Aus der Zahnklinik der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. REINMÖLLER

Zur Frage der Wurzelfüllung bei der chirurgisch konservierenden Wurzelbehandlung

*

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg zur Erlangung
der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Karl Lohse
aus Bunzlau (Schlesien)

1937
Buchdruckerei Fritz & Rappert, Ochsenfurt am Main

Referent: Privatdozent Dr.Dr. PETER

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Mit der Wurzelspitzenresektion, die nach PARTSCH in der Fortnahme eines Teiles der erkrankten Wurzel besteht, um dafür den übrigen Teil gesund und funktionsfähig zu erhalten, wurde der Zahnheilkunde ein Mittel in die Hand gegeben, um Zähne, die der konservierenden Behandlung trotzen, noch für lange Zeit gebrauchstüchtig zu erhalten. Gewiß haben sich Methoden entwickelt, chronisch apikale Prozesse auf medikamentöser Grundlage zur Ausheilung zu bringen, doch sind, von der oft lästig empfundenen außerordentlich langen Behandlungszeit ganz abgesehen, die Erfolge nicht die der Resektion. Dazu kommen Forderungen, die sich aus der Lehre der oralen Sepsis ergeben, und die auch bei Reduzierung der amerikanischen Vorschläge auf ein normales Maß bestehen bleiben. Doch soll damit keineswegs der Forderung „Resektion um jeden Preis bei Erkrankung periapikaler Gewebspartien", wie sie von verschiedenen Autoren vertreten wird, das Wort gesprochen werden, denn sicher ist z. B., daß durch die Abtragung der Wurzelspitze die Belastungsgröße des Zahnes gemindert wird — bei brückenprothetischer Behandlung kann es einmal eine Rolle spielen — und daher der Versuch einer konservierenden Wurzelbehandlung bei Aussicht versprechenden Fällen gemacht werden sollte. Der außerordentliche Erfolg der chirurgisch-konservierenden Wurzelbehandlung, Aufstellungen geben bei Frontzähnen bis zu 90% Heilung an, ließ sogar die Forderung aussprechen, die Wurzelspitzenresektion an allen wurzelbehandelten, einwurzeligen Zähnen vorzunehmen. RIHA fragt, was uns zwinge, bei der Wurzelbehandlung mit ihrer großen Wahrscheinlichkeit nachträglicher Erkrankung, mit der Resektion und den Vorteilen, die sie biete, erst auf diesen ungünstigen Zeitpunkt zu warten. Er sagt: „Ich empfehle auf Grund theoretischer Überlegungen und gestützt auf praktischen Erfahrungen die Anwendung der Wurzelspitzenresektion als prophylaktische Operation, wenn es sich um die Wurzelbehandlung von Schneidezähnen, Eckzähnen und Prämolaren des Ober- und Unterkiefers handelt." Klingt diese Forderung auch übertrieben, ich denke an die guten Erfolge rein konservierender Behandlung nicht gangränöser einwurzeliger Zähne bei unkomplizierten Kanalverhältnissen, so kann sie doch dort angebracht sein, wo die Regio ramificationes der Wurzelspitze nicht konservierend versorgt werden kann. Diese Erweiterung der Williger'schen Indikationsstellung zeigt, welche Bedeutung man heute der Wurzelspitzenresektion zumißt.

Es dürfte wohl wenige Eingriffe auf dem Gebiete der Medizin geben, bei denen die Operationsvorbereitung so entscheidend für den Erfolg ist, wie bei der Wurzelspitzenresektion; und den wesentlichsten Teil der Vorbehandlung stellt die Wurzelfüllung dar. FAULHABER sagt: „Der Erfolg der Wurzelspitzenresektion ist abhängig von der Wurzelfüllung, je besser die Wurzelfüllung, um so weniger Recidive nach Wurzelspitzenresektionen." FRÖHNER hebt hervor, daß der Erfolg der Resektion im wesentlichen bedingt werde durch eine exakt ausgeführte Wurzelfüllung. WOLF geht so weit, die eigentliche Operation als Hilfsoperation für die Wurzelfüllung zu bezeichnen und PETER weist darauf hin, daß die Vorbehandlung hinsichtlich des Aufwandes an Zeit und Mühe höher zu bewerten sei als der eigentliche chirurgische Eingriff, da die Resektion in 15 Minuten bis ¾ Stunden zu erledigen sei, während die Vorbehandlung auf 3—4 Stunden ununterbrochener Arbeit veranschlagt werden müsse. Das erhellt ja auch die Überlegung, daß nicht das Granulom, das wir bei der Resektion entfernen, die eigentliche Krankheit ist. Im Gegenteil; das granulierende periapikale Gewebe stellt die Abwehrvorrichtung des Körpers gegen den Feind dar, der unangreifbar im Wurzelkanal sitzt und unaufhörlich seine Armeen gegen den Gegner wirft. Leider verwüsten dessen Truppen auch das Freundesland und schaden diesem oft mehr als dem Feind (PICHLER). Im Wurzelkanal ist ein Raum, in welchem die Keime ungestört vermittels der zerfallenen Pulpa leben können und von hier aus ihre Toxine und Stoffwechselprodukte gegen das apikale Periodont schicken können. Aufgabe der chirurgisch-konservierenden Wurzelbehandlung ist es nun, den Wurzelkanal auszufüllen und dadurch die Keime, wenn möglich, zu vernichten oder, was wichtiger ist, zu arretieren und weiter den Teil, der durch die vorbereitende Behandlung nicht zu erreichen ist, abzutragen.

Über die Wurzelfüllung ist unendlich viel geschrieben worden und der Streit der Meinungen ist keineswegs beigelegt. Auch heute noch werden Verfahren propagiert, die sich im Prinzip widersprechen, mögen sie auch im Erfolg ähnliche Resultate zeigen.

Dem sich aus der Mayrhofer'schen These von der Reinfektion und der mangelnden Wirkungsweise stärkster Antiseptika im Wurzelkanal entwickelten aseptischen Verfahren steht das sich auf neuere Untersuchungen stützende an sich ältere, schon in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts durch Adolf WITZEL eingeführte antiseptische Verfahren gegenüber. Andere kombinieren beide Methoden und sind zufrieden. Die einzelnen angepriesenen Mittel sind Legionen. In dem besonderen Falle der Wurzelfüllung für die Wurzelspitzenresektion gesellen sich Frage und Meinung über den Zeitpunkt der Wurzelfüllung hinzu.

Der Zweck der Wurzelfüllung für die Wurzelspitzenresektion besteht darin, den Wurzelkanal so zu verschließen, daß Fäulnisprozesse im Zahn und damit die Infektionsgefahr für das periapikale Gewebe ausgeschaltet werden und weiter ein aseptischer, nicht reizender Abschluß des Kanales gegen die Wunde erzielt wird. Aus diesen Forderungen ergeben sich die

Eigenschaften, die an ein Wurzelfüllungsmaterial für die Resektion zu stellen sind.

Hinsichtlich des Zeitpunktes der Wurzelfüllung werden drei Ansichten vertreten:

1. Die Wurzelfüllung vor der Operation,
2. die Wurzelfüllung während der Operation,
3. die Wurzelfüllung nach der Operation.

I.

Die Wurzelfüllung vor dem Eingriff.

Die präoperative Wurzelfüllung hat zweifellos Vorzüge, die sie in den meisten Fällen als Methode der Wahl erscheinen läßt. WOLF schlägt vor, daß man in sehr vielen Fällen erst das Verhalten des chronisch-erkrankten Zahnes nach durchgeführter gewissenhafter Wurzelfüllung abwarten solle, um zu entscheiden, ob eine Resektion überhaupt notwendig ist. Er schreibt: „Die einschlägigen Fälle lassen sich unter Zugrundelegung dieses Standpunktes auch in folgender Weise betrachten:

1. Zähne, die wir so gut als möglich gefüllt haben, die trotzdem krank bleiben und daher operiert werden.
2. Zähne, die wir zunächst vielleicht mit der Absicht füllen, sie zu operieren, die aber nach der Füllung ausheilen, sodaß die Operation unterbleiben kann und soll."

Es kommt nämlich nicht selten vor, daß durch die Wurzelfüllung allein Fälle zur Ausheilung kommen.

Die Wurzelfüllung längere Zeit vor der Resektion birgt jedoch auch eine Gefahr in sich, nämlich die, daß der chronische Prozeß durch den festen Verschluß seitens der Füllung erneut auffackert und stark akute Erscheinungen wie Schwellungen und Schmerzen auftreten können, die eine Operation nicht zulassen. Diese Erscheinungen empfehlen vielleicht eine Füllung unmittelbar vor der Resektion. STEINER benutzt die Zeit zwischen Anästhesianlegung und Wirkung zur Wurzelfüllung; doch ist dieses Verfahren abhängig von bestimmten Eigenschaften des Füllungsmaterials, denn nach PICHLER muß die Wurzelfüllung zur Zeit der Operation vollkommen erhärtet sein, da sonst ihr Randschluß beim Abtragen der Wurzelspitze zerstört und damit unter Umständen der Wert der Behandlung illusorisch würde.

Das präoperative Füllen der Kanäle ist sicher dort angebracht, wo die Kanäle gut zugänglich sind und genügend durchgängig gemacht werden können (FRÖHNER). Da die Wurzelspitzenresektion in den meisten Fällen an den Frontzähnen vorgenommen wird, dürften die gewünschten Verhältnisse in der Mehrzahl gegeben, d. h. eine kunstgerechte Wurzelfüllung mit Erfolg durchzuführen sein. Der große Vorzug dieses Verfahrens besteht darin, daß sich die Dauer des blutigen Eingriffs auf die eigentliche Operation beschränkt.

Es bleiben aber doch nicht wenig Fälle, in denen die Röntgenkontrolle eine mangelhafte Wurzelversorgung anzeigt, wo die Kanalverhältnisse komplizierte sind, wo Fälle von „fausse route" vorliegen und wo Fremdkörper im Kanal ein einwandfreies Feststellen des Kanalverlaufes und eine richtige Wurzelfüllung verhindern. Nach FRÖHNER geben aber gerade derartige Fälle und ihre Folgeerscheinungen nicht selten Anlaß zur Vornahme der Resektion. Einem wesentlichen Hinderungsgrund für präoperative Resektion, einer ständigen apikalen Sekretion bei zystischen Veränderungen an der Wurzelspitze in den Wurzelkanal hinein, glaubt man dadurch beizukommen, daß man das Foramen apikale durch ein kleines Guttaperchastückchen abdichtet.

Es darf hier noch erwähnt werden, daß die Wurzelfüllung vor der Operation ein ruhiges, sicheres Arbeiten gewährleistet, ein Vorzug, der gerade bei der Wichtigkeit exakter Wurzelbehandlung zu beachten ist. Nach PICHLER eignen sich ganz besonders solche Zähne zur Füllung vor der Resektion, deren apikaler Herd einen zweiten Ausgang in einer Fistel hat, somit einen hermetischen Abschluß vertragen und weil infolge der Möglichkeit des Durchspritzens die Bedingungen sowohl für die Reinigung des Kanales wie auch für seine vollkommene Ausfüllung wesentlich günstiger sind als bei „blinden Abszessen".

In jedem Falle aber muß bei der Wurzelfüllung vor dem chirurgischen Eingriff die Gewähr gegeben sein, daß die Füllung bis zu dem Resektionsschnittpunkt reicht.

II.

Die Füllung während des Eingriffs.

Die Vor- und Nachteile dieser Methode liegen ebenfalls so nahe bei einander, daß sie bedeutende Vertreter unseres Faches zur Anwendung empfehlen. FISCHER weist auf die Wahrscheinlichkeit hin, daß es uns nicht in allen Fällen gelingen wird, die Sepsis aus dem Kanalinnern zu beseitigen, wenn dasselbe buchten- und nischenartige Bildungen, blinde Kanäle und Höhlungen in seiner Wandung besitzt. „Füllen wir einen solchen Kanal vor Freilegung der Wurzelspitze durch die Maxilotomie, so führen wir sie auf gut Glück aus; nehmen wir sie aber nach der Maxilotomie respektive Wurzelspitzenresektion vor, so haben wir den Vorteil, den von zwei Seiten übersichtlich geöffneten Wurzelkanal durch gründliche mechanische Reinigung säubern zu können. Mit starkem Druck vermögen wir wirksame Desinfektionslösungen in beliebiger Quantität durch den Kanal zu spitzen. — Wir können auch infolge der breiten Eröffnung der Wunde das Wurzelende fest mit einem Tampon verschließen und das Kanalinnere unter der Wirkung von Druck (Spritze) und Gegendruck (Tampon) kräftig ausspülen und werden durch den überallhindringenden Flüssigkeitsstrahl aller Wahrscheinlichkeit nach auch verborgen gelegene (blinde Hohlräume der Kanalwände), einer medikamentösen Behandlung nicht zugängliche Infektionsherde beseitigen."

Fischer ist entgegen Millers Meinung, der sich für die präoperative Wurzelfüllung ausspricht, nicht der Ansicht, daß das Wurzelende, welches vor der chirurgischen Behandlung von secernierter Flüssigkeit umspült wird, trocken gehalten werden könne. Mit den Wattefäden an der Nadel wird deshalb immer hoch infektiöses Sekret beim Passieren der Kanalwände an diese abgegeben. Bei stark gekrümmten Wurzelkanälen, die einer mechanischen Behandlung, wie Abtragung der buchtenreichen Innenwände, z. B. vermittels Beutelrockbohrer, unzugänglich sind, sind diese Bedenken sicher am Platz. Als weitere Vorzüge sind die Tatsache der verkürzten Wurzeln zu notieren, deren gerade am schwersten zugänglicher Teil entfernt ist und nicht zuletzt die Möglichkeit des Füllens unter der optischen Kontrolle des Auges.

In vielen Fällen ist, wie oben bemerkt, die intraoperative Füllung der Wurzeln unumgänglich. Es sei hier noch an stark sezernierende periapikale Abszesse und Zysten erinnert, die eine trockene Versorgung des Wurzelkanales unmöglich machen. Einen weiteren Vorzug führt WUSTROW an, der darauf hinweist, daß der Elfenbeinstift bei der Füllung nach der Resektion durch den Wurzelkanal soweit hindurch gedrängt werden kann, und zwar unter Druck vom Munde und unter Zug von der Resektionswunde aus, bis die Enge des Kanals ein weiteres Hindurchdrängen hemmt, d. h. bis zwischen dem Dentin der Resektionsfläche der verkürzten Wurzel und dem durch den Pulpakanal geführten Elfenbeinstift kein trennendes Medium mehr liegt. Auf diese Weise erhält man einen Abschluß, der als außerordentlich vollkommen bezeichnet werden darf, da der abschließende Wurzelquerschnitt nun fast ausschließlich aus gewebsfreundlichem Material besteht.

Die Vorwürfe, die sich gegen die intraoperative Methode erheben, sind die der erhöhten Infektionsgefahr der Wunde, die auch unzuträglichen Insulten während des Eingriffes ausgesetzt ist, deren Äußerungen in einer stärkeren Reaktion bestehen. WOLF weist darauf hin, daß bei der Resektion an Prämolaren und besonders an Molaren Schwierigkeiten auftreten, das Operationsfeld wirklich trocken zu legen. Und gerade auf der Erfüllung dieser Forderung würde ja im wesentlichen die Überlegung der Füllung während der Operation mit bestehen. Bei diesen Zähnen hat man ohnedies Schwierigkeit, genügende Übersichtlichkeit zu erlangen und wird sich nicht die Arbeit komplizieren. Es besteht weiter die Gefahr, daß Anästhesie und Anämie bei der langen und dem Patienten stark zusetzenden Behandlung nachlassen. Ist Blut in den Wurzelkanal eingedrungen, das rasch gerinnt und eintrocknet, so ist die geforderte Hermetik des Wurzelabschlusses gefährdet. Als weitere Fehlerquelle, die das Gelingen der Wurzelfüllung in Frage stellt, ist das zu frühe oder zu späte Erhärten des Füllmaterials zu bezeichnen. Erfolgt die Erhärtung zu früh, so können Lückenbildungen auftreten und der Anschluß an die Kanalwand mangelhaft sein, erfolgt sie zu spät, so muß der folgende Operationsakt hinausgezögert werden unter Begünstigung des dauernden Zutritts von Feuchtigkeit, oder er muß bei

ungenügender Erhärtung der Füllung auf Kosten einer guten Abschlußfläche der Wurzelfüllung vor sich gehen.

Wolf weist auf einige Kunstgriffe hin, die er jedoch nur bedingungsweise angewendet sehen möchte, die die Anwendungsbreite der „Füllung vor der Operation" erweitern. Er empfiehlt Punktion der Zyste vor der Operatin, um wenigstens vorübergehend trockene Verhältnisse zu schaffen. Weiter gibt er an, man könne auf die Füllung eines bei der Operation in Wegfall kommenden Wurzelteiles verzichten und endlich ließe sich noch durch die von STEIN empfohlenen Röntgenbestrahlungen eine Änderung der Sekretionsverhältnisse in dem Wurzelkanal erzielen.

Der intraoperative Wurzelverschluß läßt sich aber nicht nur von der Pulpahöhle aus erreichen, sondern auch vom Apex her als retrograde Wurzelfüllung. Hier wird fast ausschließlich Amalgam als Verschlußmaterial empfohlen. Nach FRÖHNER eignet sich die retrograde Füllung am besten für die oberen Frontzähne. Adloff möchte sie grundsätzlich bei der Resektion angewendet sehen und stützt sich auf die von ihm auf Grund eigener Erfahrung aufgestellten Behauptung, daß es gänzlich ausgeschlossen sei, den Kanal stets so trocken zu halten, daß ein einwandfreier und sicherer Abschluß am Endausgang der Wurzel auszuführen sei, falls die Füllung von der Kavität aus vorgenommen werde und das gelte sowohl für die Füllung vor und während der Operation. Er begründet seine Ansicht mit dem Satz, daß die Resektion der Wurzelspitze nur dann dauernden Erfolg haben kann, wenn das neugeschaffene Foramen apikale bakteriendicht abgeschlossen ist. Ganz sicher scheint Adloff seiner Methode doch nicht zu sein, denn postoperativ füllt er von der Kavität aus den restlichen Teil des Wurzelkanales mit Thymol. SACHS sieht keine Notwendigkeit für eine weitere Kanalversorgung bei einwandfreiem retrogradem Amalgamverschluß und meint, man könne als anschließendes Füllmaterial auch landwirtschaftliche Produkte nehmen. GOLDMANN möchte bei Wurzelkanälen, die als putrid gelten müssen, den intraoperativen retrograden Wurzelverschluß mit späterer Kanalversorgung angewendet sehen. Bei dieser Methode muß jedoch bedacht werden, daß eine eventuelle Säurereinigung des Wurzelkanals eine Lockerung des Verschlusses herbeiführen kann.

PICHLER glaubt nicht, daß ein unter so ungünstigen Verhältnissen, wie sie ein Arbeiten in der Operationswunde bei vielleicht zweifelhafter Trockenheit darstellt, angelegter retrograder Amalgamverschluß auch wirklich Sicherheit bietet.

Es ist auch die gerade bei der Resektion oft beobachtete Resorption der Wurzel zu berücksichtigen, die irgendwann das Ende des Amalgamverschlusses erreichen kann und eine Bakterien- und Toxininvasion von dem unversorgten Wurzelkanal aus in das periapikale Gewebe zur Folge hätte. Sicher aber ist, daß ein kombiniertes Verfahren, wie es Adloff angibt, gute Erfolge haben muß.

Es können aber auch Fälle eintreten, wo die retrograde Füllung zur Methode der Not wird. Ich denke an Wurzeln, die Träger von Stiftkronen

sind, die selbst noch Brückenanker sind. In solchen Fällen ist bei periapikalen Veränderunge die retrograde Füllung nicht zu umgehen.

III.

Die Füllung nach dem Eingriff.

Diese Methode, in deren Ablehnung man sich heute ziemlich einig ist, ist die älteste und steht am Anfang der Resektion. Sie hat ihre Begründung in der zur Zeit ihrer Ausführung geltenden Ansicht der Notwendigkeit strengsten antiseptischen Vorgehens, ein Gedankengang, der heute überwunden ist. Die nachträgliche Wurzelfüllung sollte die Möglichkeit geben, durch antiseptische Durchspülung die Wundheilung zu fördern. MAYRHOFER wendet sich gegen diese Auffassung mit dem Hinweis auf die vergebliche Hoffnung, durch Antiseptika den Wurzelbakterien beizukommen. Er führt an, „daß selbst wochen- und monatelange Deponierung von antiseptischen Mitteln im Wurzelkanal die Reinfektion desselben nicht verhindern kann. Solche Durchspülungen fügen also, ohne dem Wurzelkanal wesentlich zu nützen, der Wunde bedeutenden Schaden zu; wir können sie deshalb nicht gutheißen." Als weiterer, von dem Patienten subjektiv empfundener Nachteil kommt hinzu, daß ein Tampon getragen werden muß und sich eine oft schmerzhafte Nachbehandlung anschließt. Es dürfte auch nicht immer möglich, ja bei an sich weitem und durch die Resektion noch vergrößertem Foramen apikale fast ausgeschlossen sein, zu verhindern, daß bei der Wurzelbehandlung Blut oder Sekret in den geöffneten Kanal dringt und damit vorzügliches Nährmaterial für die Keime deponiert wird.

Nur in einem, schon oben angedeutem Falle kann der postoperativen Wurzelfüllung das Wort gesprochen werden und zwar bei der kombinierten Methode nach ADLOFF. Hier haben wir aber bereits einen intraoperativ gelegten Abschluß, der die obenangeführten Nachteile ausschließt. Außerdem ist hier die Wunde bereits versorgt.

Versuchen wir, aus dem Angeführten eine nützliche Schlußfolgerung zu ziehen, so kann man ablehnend nur dem dritten Verfahren gegenüberstehen. In den beiden ersteren Verfahren legt man sich zweckmäßig nicht von vorneherein fest, sondern individualisiert im Interesse des Patienten, denn „weder das Füllen vor der Operation noch während der Operation kann für alle Fälle das beste Verfahren sein", sagt PICHLER.

STEINER meint: „Die Resultate des während der Operation ausgefüllten Wurzelkanals sind ausgezeichnete. Die Resultate nach vorheriger Wurzelfüllung sind ebenfalls ausgezeichnete. Aus praktischen Erwägungen nehmen wir also die Wurzelfüllung vor der Operation vor." Dieser Ansicht möchte ich mich anschließen, selbstverständlich mit der Einschränkung obligatorischen Vorgehens bei jenen Fällen, die eine Wahl ausschließen. Ist der Kanal durchgängig und trocken zu halten, kurz, sind seine Verhältnisse unkomplizierte — in vielen Fällen wird uns die Röntgenaufnahme

und die Inspektion des Kanales darüber Aufschluß geben — und verträgt der Zahn einen hermetischen Abschluß, so ist dem präoperativen Verfahren der Vorzug zu geben. Wir gewinnen dabei den Vorteil des glatten Operationsganges bei exakt schließender Wurzelfüllung.

Als Zweck der Wurzelfüllung für die Wurzelspitzenresektion haben wir oben die Aufgabe fixiert, den Wurzelkanal so zu verschließen, daß Fäulnisprozesse im Zahn und damit die Infektionsgefahr für das periapikale Gewebe ausgeschaltet werden und weiter ein aseptischer, nicht reizender Abschluß des Kanales gegen die Wunde erzielt wird. Aus diesen Forderungen ergeben sich die Eigenschaften, die an ein Wurzelfüllungsmaterial für die Resektion zu stellen sind.

Nach PETER verlangt man von der Wurzelfüllung:

1. Räumlichen Verschluß des Kanales,
2. Volumbeständigkeit,
3. möglichst hohe Dichte,
4. feste Verbindung mit der Kanalwand zum Verschluß der Dentinkanälchen,
5. antiseptische Dauerwirkung,
6. Gewebsfreudigkeit,
7. Kontrastwirkung im Röntgenbild.

Wenn ich jetzt auf die Wurzelfüllungsmaterialien im einzelnen eingehen will, um ihre Zweckmäßigkeit, Vor- und Nachteile aufzuzeigen, so möchte ich an den Anfang der Betrachtungen ein Verfahren stellen, das zwar heute kaum noch Anhänger finden sollte, das aber doch mit dem Hinweis auf gelungene Tierversuche propagiert wurde; nämlich die Methode, den Wurzelkanal ungefüllt zu lassen. Selbstverständlich kann hierbei nur an Wurzelkanäle gedacht werden, deren Pulpen vor der Extirpation nicht infiziert waren und die deshalb relativ sterile Verhältnisse aufweisen. Nach BRUBACHER nimmt die eingeschlossene Luft durch Diffusion aus dem umgebenden Gewebe eine andere Zusammensetzung an, sie wird kohlesäureüberladen und unterhält so einen chronischen Reiz in der Umgebung der Wurzelspitze. Durch den Einfluß der verschiedenen Temperaturen, die eine abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung der eingeschlossenen Luft bedingen, wird dieser Reiz erhöht, da die kleinen Hohlräume denselben physikalischen Gesetzen unterliegen wie die großen, ja, auf die kleinsten üben die molekularen Kräfte die gewaltigste Wirkung aus.

Wie schon angedeutet, nimmt bei den Auseinandersetzungen über die Wurzelfüllung die Frage den breitesten Raum ein, ob wir den Kanal bakteriendicht abschließen sollen, oder ob wir in Form einer Paste ein antiseptisches Dauerdepot legen sollen. Beide Richtungen gehen von der Erkenntnis aus, daß eine restlose Vernichtung der Wurzelbakterien durch antiseptische Einlagen nicht zu erzielen ist. Sie stützen sich im allgemeinen auf die These MAYRHOFERS, der durch Untersuchungen festgestellt hat, daß ein einmal infiziert gewesener Wurzelkanal auf die Dauer nicht steril

zu halten sei. Es finde stets nach einiger Zeit eine Reinfektion statt, die von Bakterien der Dentinröhrchen herrühre und die selbst durch stärkste Medikamente nicht zu erreichen und zu vernichten seien. SOMMER, der Versuche mit Einlagen von Karbol, Chlorphenol und Trikresol-Formalin vorgenommen hat, glaubt auf Grund seiner Ergebnisse aussprechen zu können, daß das Zahnbein und selbst das Zementgewebe den Bakterien ausreichende Lebensbedingungen nicht bietet. Er sagt: „Die Mayrhofer'sche Theorie der Dentinröhrchen als Infektionsquelle dürfte also nicht zu halten sein". Auf Grund physikalisch-chemischer Überlegungen kommt er zu dem Schluß, daß die Gewebe des Zahnes, die poröse Gebilde seien, sich bei solchen Versuchen wie tierische Membranen verhielten und die Eigenschaft der Diffusibilität besäßen. Auf Grund ihrer Porosität hätten die Zahnwandungen die Fähigkeit, adsorptionsfähige Stoffe, zu denen ein besonders großer Teil unserer Medikamente gehörten, zu adsorbieren. Als sicheres Resultat dürfe gelten, daß das Dentin für kristalloide, aber nicht für kolloide Substanzen durchlässig sei. Im Zahn sei es besonders das Zahnbein, in welchem allein schon durch die ungeheure Zahl der Dentinröhrchen - nach SCHRÖDER 2 000 000 pro qcm — eine enorme Vergrößerung der Oberfläche vorhanden sei. Der protoplasmatische Inhalt derselben, durch den Pulpatod zu einer gallertigen Masse zerfallen, besitze ebenfalls eine große Oberfläche, deren Spannung die Ursache für die Adsorption sei. Zwischen Pulparaum und Mundhöhle bestehe eine Temperaturdifferenz von 7—8 Grad, durch die sich ein erhöhter Druck der Flüssigkeit und der durch deren Verdunstung entstehenden Dämpfe bilde. Es bestehe deshalb die Tendenz der Flüssigkeiten, von innen nach außen zu diffundieren. Daß adsorptionsfähige Stoffe vom Zahnbein festgehalten werden, zeige die Verfärbung derselben. „Die große Diffusions- und Adsorptionsfähigkeit der Zahnwandungen für Antiseptika läßt es aber für ausgeschlossen erscheinen, daß etwa in die Dentinkanälchen eingewanderte Bakterien den dort wirksam werdenden Medikamenten widerstehen könnten."

KESSLER, der ebenfalls Untersuchungen nach dieser Richtung getätigt hat, um festzustellen, inwieweit die Desinfektionskomponente unserer Wurzelfüllungsmaterialien in das Dentin diffundiert, stellte fest, daß es durch Wirkung unserer Desinfizientis wie Trikresol-Formalin, Chlorphenol, Karbolsäure, Jodtinktur und Silbernitratlösung, höchstens zu einer sofortigen Koagulation an der Kanalwandoberfläche und damit zu einer Verhinderung der Tiefenwirkung kommt. Durch antiseptische Einlagen ließe sich die Virulenz der Bakterien nicht beeinflussen. Wurzelfüllungen vermögen mit großer Wahrscheinlichkeit keine Tiefenwirkung auszuüben, was wohl außer dem genannten Grunde an dem Mangel eines wirklich brauchbaren Dauerantiseptikums liege. „Wir haben gesehen, daß bei länger bestehender Pulpengangrän trotz antiseptischer Behandlung und Wurzelfüllung die Anwesenheit von Bakterien im Dentin nicht bezweifelt werden kann. Sie scheinen jedoch in der Tat keine Bedeutung für eine Reinfektion zu haben, wie die Untersuchungen MÜLLERS, SIEBERTS, LIPSCHITZS und auch SOMMERS ergaben".

Auch MÜNCH nahm Untersuchungen vor, die eine Klärung in dieser wichtigen Frage anstrebten. Er untersuchte die bakterizide Wirkung einiger in der Zahnheilkunde gebräuchlicher Antiseptika und kam zu dem Resultat, daß Chlorphenol und Trikresol-Formalin in gasförmigem Zustand zur restlosen Vernichtung der Mikroorganismen geführt haben. Trypaflavin, Chloramin und Eugenol haben ziemlich gleichlautende Ergebnisse gezeitigt, nämlich die Tatsache ihres Unvermögens, ausreichende Wirkungen zu erzielen. MÜNCH kommt zu der Schlußfolgerung, daß Trikresol-Formalin und Chlorphenol dort, wo eine Kontaktwirkung nicht möglich ist, eine ausreichende Fernwirkung durch ihre gasförmigen Produkte besitzen, um eine genügende Bakterizidie zu bewirken. WEINMANNS Untersuchungen, in gleicher Richtung laufend, d. h. die Einwirkung der gasförmigen Bestandteile einiger gebräuchlicher Antiseptika auf die Bakterien prüfend, kommt zu dem Ergebnis, daß Eugenol, Kreosot, Karbolsäure, Pantosept, Trypaflavin, Optochin, Chlorphenolkampfer und Chlorphenol (in Alkohol gelöst), Thymol (in gesättigter alkoholischer Lösung), Thymolkampfer, Alkohol (95%), Jodtinktur, Trikresol, Chloramin (HEYDEN), Dichloramin T und Antiformin entweder überhaupt nicht fähig waren Keime abzutöten, oder doch den resistenteren wie B. gangränosa pulpae und B. subtilis gegenüber unwirksam waren. Trikresol-Formalin und Formalin — dieses bis 5 : 100 — töteten mit Sicherheit innerhalb 24 Stunden Keime ab. Aus WEINMANNS Versuchen ergab sich, daß lediglich die formalinhaltigen Präparate auch auf Stellen desinfizierend wirken, mit denen sie in Substanz nicht in Berührung kommen. „Für die Praxis folgt daraus, nur mit diesen Mitteln in der erwähnten Richtung auf Erfolg rechnen zu können."

Sucht man aus diesen Resultaten eine Schlußfolgerung zu ziehen, so kann sie im Ergebnis nur die Folgerung bestätigen, zu der man auf Grund der Mayrhofer'schen These gekommen ist. Es scheint doch so zu sein, daß experimentelle Untersuchungen in dieser Richtung, wenn sie nicht auf allerbreitester Basis vorgenommen werden, für die Praxis nur bedingten Wert haben. Die zum Teil sich vollkommen widersprechenden Ergebnisse, zu denen die vorstehend angeführten Autoren gekommen sind, sprechen dafür. Wenn ein in der Zahnheilkunde so verbreitetes Medikament wie Chlorphenol bei SOMMER nur wenig resistente Bakterien abzutöten vermag, resistenteren wie B. gangränosa pulpae und B. subtilis gegenüber aber wirkungslos bleibt, während bei den MÜNCH'schen Versuchen dasselbe Präparat eine vollkommene Bakterizidie beweist, so ist eine gewisse Skepsis am Platze. Außerdem ist auffallend, daß, wie SOMMER erklärt, Chlorphenol und Chlorphenolkampfer die gleiche Wirkung haben sollen. Ich will bereits hier eine Erklärung der verschiedenen Wirkungsweise beider Antiseptika bringen, da ich sie später bei der Besprechung der einzelnen Mittel anführen würde.

Wenn man etwa 30% Chlorphenol und 70% Kampfer mischt, so erhält man eine Flüssigkeit, die sich zu dem Gewebe anders verhält und verhalten muß wie etwa eine 30prozentige Chlorphenollösung anderen,

neutralen Mediums. Das Chlorphenol wird vom Kampfer mit großer Kraft festgehalten. Es können nur geringe Mengen des Chlorphenols in die mit der Chlorphenolkampfermischung in Berührung stehenden wässerigen Flüssigkeit diffundieren, bis sich ein gewisses Gleichgewicht zwischen der Konzentration in dem Wasser und in der Chlorphenolkampfermischung eingestellt hat. Stehen Flüssigkeiten wie Wasser, Wundsekrete oder Gewebsflüssigkeiten in Kontakt mit einer Chlorphenolkampfermischung, die 35% Chlorphenol enthält, so wandert das Chlorphenol zu der Außenflüssigkeit ab, bis die Konzentration in der Berührungsflüssigkeit wieder ungefähr 1% Chlorphenol beträgt. Mit der folgenden Konzentrationsminderung in dem Chlorphenolkampfergemisch ändert sich auch der Chlorphenolgehalt in der Wundsekret- oder Gewebsflüssigkeit. Bei einem Konzentrationswert des Chlorphenolkampfergemisches von 24% wird er hier noch etwa 0,5% betragen. Wird aus der Mischung weiter Chlorphenol abgegeben, so beginnt der Kampfer sich schließlich auszukristallisieren, mit dem Erfolg, daß stets ein Chlorphenolgehalt von 24% vorhanden ist und damit eine antiseptische Komponente von 0,5% Chlorphenol in wässerigem Medium. Das wird so lange sein, als noch eine Spur von Chlorphenol in der Mischung ist. Enthält die Chlorphenolkampfermischung mehr Chlorphenol, so wird die Endkonzentration in der Berührungsflüssigkeit entsprechend höher sein. Sie steigt auf ungefähr 2% bei einem Gehalt von 50% Chlorphenol in der Chlorphenolkampfermischung und auf etwa 3% bei entsprechend 60%.

Dieser Vorgang spielt sich analog im Wurzelkanal ab.

Der Chlorphenolkampfer fungiert als ein Depot für Chlorphenol.

Bemerkt muß noch werden, daß dieser Vorgang sich in geschilderter Weise nur bei Vorhandensein einer geringen Menge von wässerigem Sekret, wie es etwa in dem Wurzelkanal der Fall ist, abspielt. Solche Mischungen nennt man Puffer-Antiseptika.

Nach den vorstehenden Versuchen blieben als allseitig wirkungsvoll baktericid anerkannt nur die Formalin-Präparate, die aber, wie wir später noch sehen werden, als gewebsschädigend erkannt sind und für eine Dauereinlage, wie sie die Wurzelfüllung doch darstellt, nicht in Betracht kommen.

Oskar Müller gibt an, daß bei Versuchen mit Asphalin (Trioxymethylen, Kampfer, Thymol, Zinkoxyd) in 19 von 23 Fällen infiziertes Dentin keimfrei zu machen gewesen sei. Vergleiche mit Trikresol-Formalin haben ergeben, daß das Asphalin diesem an Desinfektionskraft überlegen sei, da sich bei letzterem 50% positive Resultate ergaben, bei ersterem aber 85% steriles Dentin aufzuweisen hatten. Versuche mit Asphalin, Rivenal, Jodoformpaste (Walkhoff) und Jod haben nach Müller bei drei- bis vierwöchiger Anwendung zu keimfreiem Dentin geführt. Da er aber selbst die Befürchtung ausspricht, daß Einlagen dieser Dauer eine Schädigung des periapikalen Gewebes herbeiführen, so sind die Erfolge in Berücksichtigung ihrer praktischen Auswertung doch als negativ zu bewerten. Für längere Einlagen eigneten sich Rivenal und Jodoformpaste, welch letztere jedoch rasch resorbiert würde.

Es sei hier einer weiteren Stimme Raum gegeben, die an eine Ausschaltung des bakteriellen Lebens in den Dentinkanälchen glaubt und hierfür eine interessante Erklärung gibt. HEDSTRÖM führt an, daß bei völligem Wassermangel Lebensprozesse nicht möglich seien, und also unter entsprechenden Bedingungen auch die bakteriellen Vorgänge unterbunden seien. In einem Reagenzglasversuch ließe sich darstellen, daß alle Mikroorganismen sterben, wenn die Menge ihrer Stoffwechselprodukte zu groß würde. Bei der zerfallenen Pulpa lägen die Verhältnisse ähnlich, nur blieben hier im Gegensatz zu dem Glasversuch die Stoffwechselprodukte nicht liegen, sondern würden fortgeführt, da ja der Zahn nicht wie das Glas unten geschlossen, sondern offen sei. Die von den Mikroorganismen gebildeten Giftstoffe wie H_2S, Merkapton, Aminosäure, Amoniak usw., die sich dem Leben ihrer Erzeuger gegenüber selbst wie Gifte verhielten, würden durch diese Öffnung fortgeführt und so unter der Grenze gehalten, die für ihre Tätigkeit verderblich würde. Dazu komme, daß Plasma und Serum ausgezeichnete Nährböden für die Keime seien. Da jede Lebenstätigkeit bei Wassermangel ausgeschlossen würde, also auch die der Mikroorganismen, so ergäbe sich die Forderung einer möglichst vollständigen Ausräumung des Kanalinhaltes und eines Verschlusses des Hohlraumes mit einer Masse, die wasserdicht den Kanalwänden anläge und bis zum Foramen reiche. Besonderes Augenmerk sei auf eine einwandfreie Trocknung des Kanales zu legen.

Die Klebkraft an den Wänden des Kanales sei bei den üblichen Wurzelfüllungsmaterialien wie Guttapercha, Paraffin, Harzen, Zinkoxydpasten nicht genügend, sie schrumpften und ließen zwischen Kanalwand und Füllung einen freien Raum entstehen. In den Zinkoxydpasten entstünde Fäulnis, sobald die in ihnen enthaltenen Bindemittel und Antiseptika ausgelaugt seien. Der Autor geht sodann auf einen Körper ein, der aus Benzol und syrischem Asphaltit bestehe. Die Masse werde Alytit genannt. Der Körper mache keine Veränderungen durch, da er in Wasser, Säuren und Alkalien unlöslich sei. Als Nachteil wird bezeichnet, daß das Benzol, allerdings erst nach relativ langer Zeit, resorbiert würde. Der Rest bliebe fest an den Wänden hängen und mache so ein weiteres Wachstum der Bakterien unmöglich. — Trotz dieser letzten Behauptung, die erst ihres experimentellen Beweises bedürfte, bleibt als Grundlage und Ausgangspunkt für unsere folgenden Betrachtungen die an Gewißheit grenzende Annahme bestehen, daß mit reizlos vom Gewebe ertragenen Antiseptics eine zuverlässige Sterilisierung des Wurzelkanals nicht zu erzielen ist.

GOTTLIEB, SCHWARZ und STEIN: „Solange der biologische Nachweis dafür, daß eine Wurzelbehandlungsmethode die Verhältnisse im Bereich der Nebenkanäle beherrscht, nicht erbracht ist, bleibt die Wurzelbehandlung ein ungelöstes Problem."

BERNHARD STEINER: „Nicht die Sterilisierung eines infizierten Wurzelkanales (ich glaube nicht daran) ist das wesentliche, sondern der bakteriendichte Abschluß gegen das Periodontium (Feiler)."

Eine Ansicht, der sich auch PICHLER, in einem Aufsatz darauf Bezug nehmend, anschließt.

ADLOFF: „Es ist gänzlich ausgeschlossen, eine absolute Sterilität zu erreichen, ja wir sind nicht einmal im Stande, in allen Fällen die zerfallenen Reste der Pulpa herauszubefördern."

Die wesentlichste Aufgabe der Wurzelfüllung ist also, die zurückgebliebenen pathogenen Keime und nekrotischen Gewebsreste für die Dauer unschädlich zu machen. Zwei Wege sind es, die in der Zahnheilkunde beschritten werden, um dieses Ziel zu erreichen. Erstens versucht man es durch Keimarretierung vermittels bakteriendichten Abschlusses des Wurzelkanales, zweitens will man durch antiseptische Mittel, die in Form eines Dauerdepots gelegt werden, der Aufgabe gerecht werden. Ein dritter Weg, der der Kombination beider, ergibt sich aus den Forderungen, die oben als unerläßlich für die Wurzelfüllung erhoben wurden.

Bei der Prüfung der verschiedenen Mittel, die durch die ausschließliche Anwendung bei der Wurzelspitzenresektion eine gewisse Beschränkung erfahren, sollen im besonderen Maße die Bedingungen untersucht werden, die an ein Füllungsmaterial zu stellen sind, das in breiter Fläche eine Wunde abschließt und mit welchem sich die reparatorischen Vorgänge in dieser Wunde auseinander zu setzen haben.

Die Pasten sind im wesentlichen die Mittel des antiseptischen Verfahrens, da sie ausgezeichnet geeignet sind, bakterienschädliche Komponenten in genügender Konzentration abzugeben. Ihr Nachteil liegt in der Unmöglichkeit, einen bakteriendichten Abschluß des Foramen apikale zu erzielen. Diese Forderung muß bei der Wurzelfüllung für die Resektion in besonderem Maße erhoben werden, da die Wurzelfüllung in Verbindung mit einer Wunde steht, die an sich nicht den Einwirkungen gewebsschädigender Mittel, wie die meisten Antiseptika, die mit Sicherheit die Wurzelbakterien abtöten sollen, darstellen, ausgesetzt werden darf. Wir werden sehen, daß die starken Antiseptika durchaus nicht gewebsfreundlich sind. Die pastenartigen Wurzelfüllungsmaterialien stehen mit dem Diffusionsstrom des periapikalen Gewebes in Verbindung, werden ausgelaugt und resorbiert und haben nur dann ihren Zweck erfüllt, wenn sie in dieser Zeit sterile Verhältnisse im Wurzelkanal geschaffen haben. Sicher ist, daß das antiseptische Wirkmittel, wie ELANDER sagt, kein Perpetuum mobile ist. Beim Chlorphenolkampfer haben wir es aufgezeigt! MAYRHOFER hat bewiesen, daß die Wirkungskraft des Trikresolformalins bei Einlagen im Wurzelkanal bereits drei bis vier Tage nach dem Applizieren erschöpft ist. ELANDER weist darauf hin, daß die Wirkung der bakterientötenden Kraft ein chemischer Prozeß sei, der unmöglich ewig dauern könne. Jede getötete Bakterie und geschädigte Gewebszelle — das Antiseptikum ist ja nicht bakterienspezifisch — verbrauche eine entsprechende Menge dieser keimtötenden Substanz, bis am Ende der antiseptische Stoff völlig ausgenutzt und wirkungslos sei. Ferner werde die Wirkung der antiseptischen Wurzelfüllung noch dadurch abgeschwächt, daß eine ständige Verdünnung durch die Körpersäfte stattfände. Für die bakterientötende Wirkung sei

nämlich Löslichkeit der antiseptischen Bestandteile nötig. Die gelösten Moleküle bewegten sich vom Platze und vereinigten sich mit den Bakterien und Gewebszellen. Ein nicht zu unterschätzender Rest werde mit Hilfe der Gewebssäfte vom Wahlplatz fortgeführt und als störender Giftstoff aus dem Körper eliminiert. Das ginge ohne Unterlaß, bis nichts Lösbares mehr übrig bliebe. „Tatsächlich kann man behaupten, daß eine permanente antiseptische Wurzelfüllung an und für sich eine Contradictio in adjecto ist, d. h. im Grunde genommen ebenso undenkbar wie Flüsse ohne Regen."

Gewichtige Stimmen äußern sich in anderem Sinne, d. h., glauben an den therapeutischen Erfolg einer antiseptischen Behandlungsmethode. WALKHOFF bezeichnet es als große Selbsttäuschung, wenn viele Praktiker noch an die Möglichkeit hermetischen Abschlusses und bakteriendichter Abfüllung des Wurzeskanales glauben.

Die verbreiteten Pasten dürften aus nachstehenden Präparaten zusammengesetzt sein: Tymol, Eugenol, Jodoform, Chlorphenol, Kampfer, Formalin, Trikrisolformalin, Glyzerin, Zinkoxyd, Vioform.

Thymol ist eines der ältesten Mittel der Zahnheilkunde, das zur Füllung von Wurzelkanälen Verwendung fand. 1892 machte bereits MILLER den Vorschlag, das Präparat einer Paste beizugeben, da es die Fähigkeit besitze, die Pulpa zu mummifizieren. In Substanz eingeführt, zeige es sich unbeständig, wie MÜLLER angibt, der es deshalb auch nur als Zugabe zur Paste empfiehlt.

Thymol ist ein Derivat des Phenols, ein Methyl-isopropyl-phenol. Es ist in Wasser schwer löslich (1 : 1100). Auf Bakterien wirkt es 25 mal so kräftig wie Phenol. Die Entwicklung der gewöhnlichen Wundmikroben wird von Thymol in Konzentrationen von 1 : 3000 verhindert. Da es schwer löslich ist, wirkt es sehr wenig giftig; ebenso wird es langsam resorbiert. In Substanz im Wurzelkanal angewandt, wirkt es als Pufferantiseptikum. Aus dem Depot werden von den wässrigen Sekreten längere Zeit hindurch kleine Mengen Thymol gelöst, das die Entwicklung der Bakterien mehr oder weniger hemmt. Nach REBEL wird man nach einem halben Jahre kein Thymol mehr vorfinden. Nach WUSTROW besitzt das Thymol eine Desinfektionskraft, die genügt, um Milzbrandbazillen schon in einer Lösung von 1 : 8000 keimunfähig zu machen. Sollte an eine Verflüchtigung des Thymols aus dem Wurzelkanal geglaubt werden, so seien die im Dentin etwa zurückgebliebenen Keime doch unschädlich gemacht worden. LAUBENHEIMER gibt auf Grund seiner Untersuchungen an, daß das Thymol die mit Bakterien infizierte Dentinschicht sterilisiert habe.

Nach FELDMANN besitzt es ungeachtet seiner schwachen Löslichkeit in Wasser einen bestimmten Diffussionsgrad, sei es durch das lebende oder nekrotisierte oder gangränöse Gewebe. Hierbei ätze das Thymol nur die unmittelbar anliegende Schicht, ohne die tieferliegende zu berühren. In Substanz besitze es nicht die Fähigkeit, auf weitere Entfernung in die Dentinkanälchen einzudringen und die Streptokokkenanhäufungen unschädlich zu machen. Das Pulpacavol, ein Präparat nach G. FISCHER, das neben einer Thymollösung Kampfer und Chloroform enthält, sei nach jenem im

Stande, ohne das Gewebe zu reizen, die Dentinkanälchen zu imprägnieren und eine Dauerdesinfektion hervorzurufen.

Aus einer Arbeit von BLESSING ergab sich jedoch, daß sowohl Pulpacavol als auch Thymol-Alkohol die auf sie gesetzten Hoffnungen nicht erfüllten.

Nelkenöl ist ein antiseptisch wirkendes ätherisches Öl und enthält etwa 80 bis 96% Eugenol, das dem Öl den charakteristischen Geruch gibt. Eugenol ist ein Phenol, das in seiner bakterienschädigenden Wirkung etwas stärker als Carbolsäure ist. Es ist ebenso wie Thymol eines der ältesten Mittel der Zahnheilkunde.

Da nun Thymol und ätherische Öle die Hauptbestandteile vieler Pasten bilden, die zur Zahnfüllung verwendet werden, so stellte FELDMANN tierexperimentelle Versuche mit diesen Mitteln an, um ihre Einwirkung auf das Paradentium nachzuprüfen und kam dabei zu folgenden Schlußfolgerungen:

„1. Thymol und Eugenol als solche reizen aller Wahrscheinlichkeit nach nicht das Periodont.
2. Beide Präparate wirken in einem gewissen Grade konservierend auf die Reste des Pulpagewebes.
3. Die Dauer der Thymol- und Eugenolwirkung ist nicht in allen Teilen die gleiche und schwankt zwischen 2 — 6 — 8 und mehr Monaten, allem Anscheine nach in Abhängigkeit von den Baueigenheiten der Wurzelkanäle und des Periodontes.
4. Es kann somit die Füllung des Wurzelkanales mit Thymol und Eugenol in einer Pastenmischung oder mit geschmolzenen Thymolkristallen nicht als etwas Vollkommenes betrachtet werden, jedoch gibt sie in einer ganzen Reihe von Fällen einen günstigen Effekt, indem sie quantitativ und qualitativ die Möglichkeit der Entstehung einer Entzündung des Periodonts bedeutend reduziert."

An der Würzburger Universitätszahnklinik wurden unter Professor WUSTROW für Resektionen Wurzelfüllungen mit Thymoljodoformpaste vorgenommen, welche mit Guttaperchastiften, die im Kanal durch Zugabe von Chloroform erweicht wurden, um einem weiteren Stift Aufnahme zu geben, kombiniert wurden und praktisch gute Erfolge brachten.

Jodoform kann von Methan, CH_4 abgeleitet werden, indem 3 Wasserstoffatome durch 3 Jodatome ersetzt werden, sodaß seine Konstitution CHJ_3 ist. Jodoform hat an sich keine Wirkung auf Bakterien. In Berührung mit Wundsekreten und anderen Körperflüssigkeiten werden nicht geringe Mengen gelöst und geben freies Jod ab. MØLLER sagt: „Das gelöste Jodoform wird, besonders bei Vorhandensein von hinfälligen Gewebsmassen und Bakterien, allmählich, wenn auch langsam, Jod abgeben, dem eine ausgesprochen bakterizide Wirkung zukommt. Wenn man also Jodoform auf eine Wunde legt, so legt man damit ein Depot von einem Stoff an, der ununterbrochen Jod in so kleinen Mengen freimacht, daß sie nicht reizend wirken und doch ausreichen, um die Bakterienentwicklung

zu hemmen. Die Lösung von Jodoform in Wundsekreten und dergleichen geschieht zuerst und vor allem mit Hilfe der Fettstoffe, die sich stets in den Sekreten befinden." Eine weitere wichtige Eigenschaft des Jodoforms ist seine trocknende und sekretionsbeschränkende Wirkung. Da wir bei der Wurzelspitzenresektion wahrscheinlich septische Verhältnisse im Wurzelkanal besitzen und wir apikal eine Wunde setzen, so dürften genannte Eigenschaften ein schätzenswertes Mittel in der Wurzelbehandlung bei der Resektion darstellen. Es sei hier gleich bemerkt, daß bestimmte Patienten auf Jodoform, das in genannter Anwendung resorbiert werden kann, mit Vergiftungserscheinungen reagieren und zwar können sich nach einiger Zeit Übelkeit und eine Reihe nervöser Symptome wie Unruhe, Angst, Schlaflosigkeit usw. äußern.

Ein Jodpräparat, das auch in der Zahnheilkunde bei Wurzelfüllungen Anwendung findet, ist das Vioform, das einen Jodgehalt von 11,5% enthält.

Nach WALKHOFF soll das Jodoform gerade in geschlossenen Höhlen seine wertvollen Eigenschaften entfalten. Es verdampfe schon bei gewöhnlicher Temperatur und darauf dürfte auch ein Teil seiner Heilwirkung bei der geschlossenen Pulpakammer kommen. Es besitze aber weniger Fern- als Kontaktwirkung und deshalb habe er es mit dem bei Bluttemperatur schwer verdampfenden Kampfer und dem sehr leicht verdampfenden Mentol verbunden, um die ganze Höhle unter eine antiseptische Gaswirkung zu setzen, die allein eine sichere Fernwirkung auszuüben vermöge. Jodoform, welches das allein nicht ermöglichen könne, sei ein günstiger Träger für die flüchtigen Substanzen.

WALKHOFF verzichtet im übrigen bei der Ausführung bewußt auf eine „nur in der Theorie vollkommenen mechanischen Ausfüllung der Wurzelkanäle, die einen hermetischen Abschluß bezwecken soll". Er arbeite mit chemischen statt mit physikalischen Mitteln gegen die gefahrdrohende primäre oder sekundäre Infektion der Wurzelkanäle. Dies erreiche er mit einem möglichst großen antiseptischen Dauerdepot. Diese Jodoformpaste löse keine Reize in Berührung mit lebendem, ja selbst entzündetem Gewebe aus, selbst dann nicht, wenn es in großen Mengen verwendet werde.

Dem Chlorphenol, das WALKHOFF ebenfalls für Wurzelpasten verwandte, schrieb er auf Grund 40jähriger Erfahrung folgende Resultate zu: „Vollkommene Reizlosigkeit selbst in konzentrierter Form in Berührung mit dem Pulpagewebe oder dem Periodontium, durchaus genügende Desinfektionskraft selbst bei stärkster Gangrän, keine Schädigung oder Verfärbung der harten Zahngewebe." Chlorphenol besitze auch durch Gaswirkung die bei der Behandlung gangränöser Zähne notwendige Fernwirkung. Wenngleich er in ungezählten Fällen von Wurzelbehandlung niemals Schädigungen der Wurzelhaut beobachtet habe, so ziehe er in neuerer Zeit für die Zusammensetzung des antiseptischen Dauerdepots Chlorphenolkampfer bezw. Chlorphenolkampfermentol dem reinen Chlorphenol vor. „Diese Mischungen durchdringen nämlich infolge der fehlenden Eiweißkoagulierung leichter die toten, weichen und harten Zahnsub-

stanzen." Sie gäben leicht desinfizierende Gase ab und eine Ätzwirkung, wie sie manche Praktiker dem Chlorphenol zuschrieben, sei vollkommen ausgeschlossen. Neben WALKHOFF empfehlen RÖMER, GREVE und DORN das Chlorphenol als vorzügliches Antiseptikum zur Desinfektion der Wurzelkanäle.

Die drei Isomere, die nach KURODA aus der Einwirkung von Chlor auf Chlorphenol erhalten werden, zeigen insofern verschiedene Eigenschaften, als das p-Chlorphenol stark desinfizierend, das m-Chlorphenol schwächer und am schwächsten desinfizierend das o-Chlorphenol sei. Das WALKHOFF-Chlorphenol rechnet KURODA zur p-Gruppe. Es genüge eine Lösung 1 : 2000, um Bouillon steril zu halten. Eine Mischung von gleichen Teilen Phenol, das in der Wirkung dem Chlorphenol gleiche, und Kampfer wirke nicht ätzend, eine Mischung von 1 : 2 besitze Ätzwirkung. Der große Phenolzusatz steigere also die Wirkung, der größere Kampferzusatz schwäche die Wirkung.

EULER, der in einer Reihe von interessanten tierexperimentellen Versuchen den Einfluß des Füllungsmaterials auf die Wundheilung und den Einfluß des Wundheilungsvorganges auf das Wurzelfüllungsmaterial und Knochenneubildung nach Wurzelspitzenresektion geprüft hat, ausgehend von der Überlegung, daß ein Fremdkörper, eben der Wurzelkanalabschluß, dauernd mit dem Gewebe im Innern des Kiefers in Berührung stehen muß, machte mit der WALKHOFF'schen Jodoformpaste (Chlorphenol-Thymol-Jodoformgemisch) folgende Beobachtungen: „Der überraschendste Befund bei der histologischen Untersuchung war der, daß die Paste offenbar schon nach ganz kurzer Zeit bereits vollkommen beseitigt war. Chlorphenol und Thymol sind aufgelöst worden, das Jodoform aber, wie die zahlreichen im Gewebe zerstreuten und mit Jodoformpartikelchen beladenen Phagozyten zeigen, abtransportiert worden." Das histologische Bild zeige den Hohlraum des Kanaleinganges von neugebildetem Bindegewebe ausgefüllt. Nekrotisches Zellmaterial in infiltrierten Partien des Gewebes sei wohl die Folge konzentrierter Einwirkung des Chlorphenols. Die Knochenneubildung sei sehr rege. Innerhalb von sechs Wochen sei eine bemerkenswerte Verkleinerung der Operationshöhle zu verzeichnen. Eine weitere auffallende Erscheinung sei die hochgradige Resorption, die sich an der Wurzel abgespielt habe. EULER versucht sich die Erscheinung so zu erklären, daß den Anstoß zur Resorption ein starker Reiz auf das Gewebe abgab, der durch Auflösung von Chlorphenol und Thymol entstand. Als Ergebnis des Versuches führt er an: „Die Paste besitzt gegenüber dem Granulationsgewebe und vor allem gegenüber der Gewebsflüssigkeit eine noch viel weitgehendere Inkonstanz als Phosphatzement." (Auf diesen Versuch komme ich noch zurück.) „Als Dauerabschluß kommt sie überhaupt nicht in Betracht, sondern nur als temporäre Füllung von sehr begrenzter Dauer. Die Wundheilung selbst scheint durch die Paste nicht wesentlich beeinflußt, die Knochenneubildung geht prompt von statten. Die baldige Umwandlung von Granulationsgewebe in organisiertes Bindegewebe ist nur da ver-

zögert, wo es unter der Einwirkung der Ätzmittel zur Gewebsnekrose gekommen ist."

Walkhoff empfiehlt als Füllungsmaterial für die Wurzelkanäle eine feste Mischung aus Jodoformpulver und flüssigem konzentriertem Chlorphenol und setzt gewöhnlich noch 2 bis 5% Thymol zu. Um die Paste plastischer zu machen, gibt er gewöhnlich noch Zinkoxyd hinzu. Nach seiner Meinung scheidet sich im Verlaufe einer Woche das konzentrierte Chlorphenol in das anliegende Gewebe aus, während in der Füllmasse des Kanales Jodoform und Thymol zurückbleiben.

Die Tierversuche Feldmanns, die den Zweck hatten, die im Periodont sich abspielenden biologischen Prozesse nach Pulpaextirpation bei Pastenverwendung zu erforschen, ergaben bei Verwendung einer Füllmasse Chlorphenol-Zinkoxyd Ergebnisse, die zu folgender Schlußfolgerung führten: „Die Chlorphenolpaste ruft eine Reizwirkung hervor, die sich in einer Lockerung und Infiltration des Periodontes mit lymphoiden und Plasmazellen und Leukozyten äußert."

Meinung und histologische Untersuchung stehen also nach Vorstehendem in einem gewissen Widerspruch; doch darf die Schlußfolgerung gewebsreizenden Verhaltens des Chlorphenols gewagt werden. Die Beseitigung dieses Übelstandes durch die Verwendung des milderen Chlorphenolkampfers dürfte nur unter Inkaufnahme der geringeren antiseptischen Wirkung dieses Mittels getan werden. Die ungewöhnlich rasche Resorption der Walkhoff'schen Paste muß unter Berücksichtigung der These von der Reinfektion bedenklich stimmen. Dem stehen wieder die guten Ergebnisse der Resektionen entgegen, deren Wurzelfüllung an der Würzburger Zahnklinik unter Professor Münch mit Jodoform-Chlorphenolkampfer gemacht wurden.

Formaldehyd $H \cdot CH = O$ ist ein in Wasser leicht lösliches Gas. Formalin ist eine 35—36%ige (in Gewichtsprozent) wässerige Lösung von Formaldehyd.

Formaldehyd stellt wie alle Aldehyde einen chemisch sehr reaktionsfähigen Stoff dar, der sich mit zahlreichen organischen Substanzen verbindet. Formaldehyd wirkt sehr stark bakterizid, aber gleichzeitig außerordentlich heftig lokalreizend. Typhusbazillen werden im Laufe von 24 Stunden in Konzentrationen von 1 : 6000 abgetötet, während Konzentrationen von 1 : 16000 die Entwicklung der Bakterien völlig hemmen. Es wird leicht resorbiert und im Körper wahrscheinlich zu Ameisensäure oxydiert. Nach der Resorption ist es sehr wenig giftig.

Chemisch reagiert es mit Eiweißkörpern. Es ist diese Reaktion jedoch eine ganz andere als die, die bei der Fällung von Eiweiß mit schweren Metallen stattfindet. Bei länger andauernder Einwirkung auf Gewebe rufen verdünnte Lösungen eine „Gerbung" des Gewebes hervor, wodurch dieses fest und hornartig wird. Das Langsame seiner Wirkung auf Gewebe unterscheidet das Formaldehyd von den eiweißfällenden Stoffen. Diese langsame Wirkung ist unter anderem der Grund dafür, daß Formaldehyd eine ausgeprägte Tiefenwirkung hat. Die Mischung mit Trikresol ruft nun aber

eine starke Eiweißfällung hervor, wodurch eine Abschließung der Dentinkanäle mit Pfropfen von koaguliertem Eiweiß zustande kommt.

Die gewebsschädigende Wirkung des Formalins ergibt sich schon daraus, daß es zur Devitalisierung der Pulpa verwendet wurde. Man machte die Beobachtung, daß es sich dem Gewebe gegenüber wie Arsen verhält. Fischer, Witzel, Abraham und andere haben diese Tatsachen festgestellt. Später fand das Formalin als Mittel auch bei der Wurzelfüllung Verwendung. Es zeigte sich jedoch, daß hierbei oft gewebsschädliche Wirkungen auftraten. Feldmann erwähnt die starke Diffussionskraft des Formalins, die es schon nach 10 Minuten durch die appikale Öffnung treten läßt, und nach Durchtritt durch die Dentinkanälchen in dem umliegenden Gewebe Reizungen, Entzündungen und Eiterungen hervorruft. Obwohl aus vorgenannten Gründen das Formalin, welches ein starkes Zellgift darstellt, von fachlicher Seite aufs schärfste bekämpft wird, hat es heute noch eine starke Anhängerschaft. Die Unmöglichkeit, mit diesem Mittel eine Desinfektion des Wurzelkanales zu erzielen, glauben Mayrhofer und Baumgartner bewiesen zu haben. Dem widerspricht Hugo Brasch, der günstige Resultate über die Desinfektionskraft dieses Mittels festgestellt haben will und der darauf hinweist, daß die klinischen Erfahrungen seinen praktischen Wert erbracht haben. Er sehe deshalb nicht ein, weshalb man es dann theoretischen Erwägungen opfern sollte. Das Dentin mit seinen feinen Kanälchen sei für eine gasförmige Desinfektion, wie sie das Formaldehyd ermögliche, prädestiniert. Es sei hier auch auf die oben genannte Arbeit von Münch und Weinmann hingewiesen. Scherbel erklärt es für eine vollkommen falsche Behandlung, bei einer Wunde am Foramen apikale Formaldehyd zu verwenden. Brasch möchte diesen Fall auch gar nicht in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen haben.

Feldmann stellte auch mit Formaldehyd eine Reihe Versuche an, um das morphologische Bild des Paradentiums eines Zahnes bei Füllung des Kanales mit formalinhaltiger Paste klarzustellen. Nach einwandfreier Präparation des Wurzelkanales wurde dieser in einer Versuchsreihe mit einer Paste aus Zinkoxyd und 40%igem neutralen Formaldehyd gefüllt. Andere Versuche wurden mit einer Paste aus Formaldehyd und Trikresol vorgenommen. Weiter wurden Versuche mit einer nur Trikresol enthaltenden Paste vorgenommen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf eine 10- bis 99tägige Liegezeit. Hier sei eingeschaltet, daß nach Williger die Wirkungsweise des Trikresolformalins darauf beruht, daß die in der faulenden Pulpa vorkommende freie Fettsäure sich in Trikresol löst. Durch das Trikresol werde eine teils auflösende teils sehr energisch desinfizierende Wirkung erzielt. Letztere werde durch Zusatz von Formalin sicherlich erhöht. Vorhandenes Ammoniak und Schwefelwasserstoff werden durch das Formaldehyd gebunden.

Als Ergebnis der Versuchsreihe konnte Feldmann bei Paste Zinkoxyd und 40%iger Formaldehydlösung die Feststellung machen, daß in einer Reihe von Fällen die Formaldehydpaste keine besonderen Veränderungen hervorruft, in einer anderen Reihe von Fällen aber schon am 10. bis 21.

Tage sich eine Wirkung in Form von Gefäßhyperämie, Infiltration von lymphoiden und polynukleiden Zellen des Periodontgewebes, teilweise Metaplasien mit Bildung von osteoidem Gewebe und völligem Übergang der Bindegewebsfasern des Periodontes in Knochenmasse äußert. Die leichte Diffundierbarkeit in Verbindung mit der gewebsschädigenden Wirkung des Formalins zeigten hiebei die Tatsache, daß das Periodont der Bifurkationsstelle, die die dünnste Stelle des Zahnes sei, und die Paste bekanntlich auf den Boden der Pulpakammer zu liegen komme, am stärksten vorgenannte Veränderungen zeige. „Das Formalin dringt, wie unsere Versuche zeigen, durch das Foramen apikale, die Bifurkationsstelle, die Dentinkanälchen, durch die ganze Zahnmasse, um nach etwa 10—21 Tagen in einigen Fällen Gefäßerweiterung und Hyperämie, Infiltration mit lymphoiden Zellen und Leukozyten, partielle Metaplasien mit Bildung osteoiden Gewebes und völligen Übergang der Bindegewebsfasern des Periodont in Knochenmassen hervorzurufen."

Die Entzündungserscheinungen äußern sich bei späteren Untersuchungen in Eiterbildung des Gewebes und der Wurzelhaut, in Resorption des Zements und Dentins einerseits und Metaplasie des Periodonts im Knochengewebe andererseits. Das Hinzusetzen von Trikresol zur Formalinlösung, sogar um das Doppelte als das letztere, wirke weder abschwächend noch beeinflusse es den Entzündungsprozeß. Daraus ergebe sich, daß das Periodont schon durch geringe Formalinmengen geschädigt werde.

Die Wurzelhaut der mit reiner Trikresolpaste gefüllten Zähne läßt keine besonderen Veränderungen beobachten, mit Ausnahme einer unbedeutenden Hyperämie und schwacher rundzelliger Infiltration im lockeren Periodont.

Wohl kaum ein Mittel der Wurzeltherapie ist neuerdings in der Fachliteratur so allgemein umstritten worden wie das Formaldehyd. Sind auch eine Anzahl Autoren im Gegensatz zu MAYRHOFER und dessen Anhänger von seiner sicheren antiseptischen Fähigkeit überzeugt, so ist sich doch die Mehrheit darin einig, daß die gewebsschädigende Wirkung ein anderes Präparat als desinfizierendes Agens für die Wurzelfüllung vorziehen lasse. Für die Wurzelspitzenresektion ist es sicher auszuschließen, da ein stark ätzendes Mittel die reparatorischen Leistungen des Wundgewebes ungünstig beeinflussen muß. Dennoch besitzt auch heute noch das Präparat in der Praxis eine starke Anhängerschaft, es sei nur an die formaldehydhaltige ALBRECHT'sche Wurzelpaste und an die HOWE'sche Silberreduktionsmethode, die im anschließenden Kapitel behandelt werden soll, erinnert.

Nach MAYRHOFER lassen sich durch Ausräumung des Wurzelkanales und Verwendung desinfizierender Einlagen keinesfalls sterile Verhältnisse im Wurzelkanalsystem erzielen. Eine große Zahl pathogener Keime befinden sich noch in den Ramifikationen und Dentinkanälchen und sind dort der Einwirkung der bakterientötenden Substanzen entzogen. Die HOWE'sche Methode verfolgt nun das Ziel, vermittels Silber die Dentinkanälchen und Ramifikationen so zu blockieren, daß die dort verschanzten Keime nicht in das Periodontium eindringen können. Nach HEINZE sind

selbst bei Erfüllung der MILLER'schen, von MAYRHOFER dahin ergänzten Forderung, daß das zur Wurzelfüllung verwendete Material den Kanalinnenwandungen bakteriendicht anliegen soll, die in dem Gewebe der feinen Ramifikationen zurückgebliebenen pathogenen Keime keineswegs unschädlich zu machen. Da diese Querkanäle direkte Ausmündungen in das periodontale Gewebe besitzen, könne man durch eine das Kanalinnere blockierende Wurzelfüllung nicht das gesteckte Ziel erreichen. Was wir benötigten, sei ein Agens, das die dort befindlichen Gewebsreste in ihrer ganzen Tiefe durchdringe und innerhalb derselben eine bakterizide Wirkung von genügender Stärke und Dauer bewahre. Damit aber sei erst eine wirkliche Sterilisierung des Zahnes erreicht. Die HOWE'sche Silberreduktionsmethode scheine auf solchen Gedankengängen aufgebaut zu sein. Durch eine starke ammoniakalische Silberlösung, die mit großer Diffusionskraft ausgestattet sei, werde das Gewebe des Wurzelkanales auch in den Dentinkanälchen und Ramifikationen vollkommen durchsetzt und in eine sterile Masse von Silberalbuminat verwandelt. Durch Zufügung einer 10prozentigen Aldehydlösung zu der eingeführten Silberlösung entstehe durch Reduktion ein feiner Silberniederschlag in Form einer metallischen Haut an der Dentinfläche der Kanalwandung. Dadurch werde eine Blockierung der Dentinkanälchen und Ramifikationen erreicht.

„In Verwendung kommt ammoniakalische Silberoxydlösung.

Drei Gramm kristallisierten Silbernitrats werden unter mäßigem Erwärmen in einem ccm destillierten Wasser gelöst und dieser Lösung wird dann vorsichtig Ammoniak zugesetzt, bis das Ausfallen eines schwarzen Niederschlags die Bildung von Silberoxyd anzeigt.

$$2\ Ag\ NO_3 + 2\ NH_4OH = Ag_2 + H_2O + 2\ NH_4NO_3$$

Ag_2O fällt, wie schon gesagt, als Niederschlag aus, wird dann aber durch weiteren Zusatz von Ammoniak neuerdings in Lösung gebracht.

Zur Reduktion dieser Lösung verwendet HOWE eine 10prozentige Formaldehydlösung, deren Aldehydgruppe begierig den Sauerstoff des Silberoxyds an sich reißt, so daß der Formaldehyd sich unter Freiwerdung von metallischem Silber zu Ameisensäure oxydiert.

$$Ag_2O + HCHO = 2\ Ag + HCOOH."$$

Um eine Verfärbung des Kronendentins zu vermeiden, seien die Kronenwände mit einem Harz- oder Lacküberzug zu versehen.

Eine gewissenhafte Wurzelfüllung sei damit aber keinesfalls überflüssig gemacht worden, sondern in derselben oder in einer anderen Sitzung vorzunehmen.

Nach HOWES Meinung werden die Weichteilreste in Silberalbuminat verwandelt, welches keinen Nährboden für pathogene Organismen abgibt. Deshalb sei auch eine sorgfältige Ausräumung, die an sich natürlich anzustreben sei, nicht notwendig. Auf strenge Antiseptik legt er deshalb bei seiner Methode auch keinen Wert, da er die Möglichkeit der Schaffung aseptischer Verhältnisse im Munde bezweifelt und er dem Silber sehr intensive bakterizide Eigenschaften zuschreibt.

Nach RICKERT, der die HOWE'sche Methode klinisch prüfte, besteht die Gefahr, daß im Anschluß an die Behandlung sehr starke Reizerscheinungen am Paradentium auftreten, die auf das zur Silberreduktion benutzte Formaldehyd zurückzuführen seien. RICKERT schlägt deshalb vor, an Stelle des gewebsschädigenden Formaldehyds Eugenol zu verwenden, das eine weniger agressive Substanz sei und jenem an Reduktionsfähigkeit nicht nachstehe. Unangenehme Nebenwirkungen auf das periapikale Gewebe seien nicht zu befürchten. RICKERT hat bei der Verwendung von Eugenol niemals irgendwelche Schmerzen bei den behandelten Patienten beobachten können und glaubt deshalb das auf diese Weise modifizierte HOWE'sche Verfahren empfehlen zu dürfen.

Die HEINZE'schen Nachprüfungen bestätigen die von HOWE aufgestellten Behauptungen, daß die Dentinkanälchen in der ganzen Dicke der Wurzel tief mit kolloidem Silber gefüllt sind. Dieses verstopft die Lumina der Dentinröhrchen mechanisch und das in die Dentinkanälchen und Seitenverzweigungen eingedrungene Silber stellt ein Depot dar, das „weder verschwindet, noch resorbiert wird".

HEINZE sieht in der ammoniakalischen Silberlösung mit ihrer weitgehenden Tiefendiffusion und starken Bakterizide bei relativer Reizlosigkeit allein schon ein ausgezeichnetes Mittel der Wurzelpräparation, sodaß man unter Umständen auf die Verwendung von Reduktionsmitteln mit ihren unerwünschten Begleitschäden verzichten könne.

Die FELDMANN'schen Versuche mit diesen Verfahren wurden sowohl nach der HOWE'schen Methode als auch nach der RICKERT'schen Modifikation vorgenommen.

Zusammenfassend glaubt er auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen sich dahin aussprechen zu können, daß:

„1. Die Imprägnation der Dentinkanälchen mit Silber bei der Bearbeitung der Wurzelkanäle nach HOWE (oder dessen Modifikation) zuweilen bis zur Wurzelspitze reicht, aber in der Mehrzahl der Fälle wird nur das untere Drittel des Wurzelkanals erreicht.

2. Die von HOWE vorgeschlagene Versilberung der Wurzelkanäle durch Reduktion des Silbers mit Formalin ruft in der Mehrzahl der Fälle entzündliche Vorgänge im Paradentium hervor. Diese sind erkennbar an einer reichlichen, diffusen Infiltration von lymphoiden Plasmazellen sowie Leukozyten im apikalen Teil der Wurzelhaut. Gleichzeitig tritt eine Metaplasie des lateralen Abschnittes im Knochengewebe mit Resorption von Zement und Dentin durch Granulationen und Lakunenbildung von verschiedener Tiefe auf.

3. Die durch die 40prozentige Formalinlösung hervorgerufenen destruktiven Vorgänge müssen uns veranlassen, die HOWE'sche Methode vorsichtig zu behandeln.

4. Die RICKERT'sche Modifikation ist allem Anscheine nach nicht schädlich für das Paradentium und es ist sogar möglich, daß sie in gewissen Fällen eine stimulierende Wirkung besitzt. Diese äußert

sich durch Zementneubildung, die die Apikalöffnung und die Deltaverzweigungen abschließt oder einengt.

5. Die Howe'sche Methode bezw. deren Modifikation ist nicht geeignet, das Problem der Wurzelbehandlung von Zähnen mit infizierter oder zerfallener Pulpa zu lösen."

Abschließend möchte ich zu dem Howe'schen Verfahren und besonders der Rickert'schen Modifikation sagen, daß sie sicherlich einen guten Beitrag zur Frage des Wurzelbehandlungsproblems darstellen. Daß es damit nicht gelöst ist — welches Verfahren könnte dies von sich behaupten — kann uns nicht abhalten, sie in Kombination mit einer anschließenden einwandfreien Wurzelfüllung als gutes Wurzelbehandlungsmittel zu empfehlen.

Die bakterizide Wirkung des Silbers bewußt in den Dienst der Wurzelbehandlung vermittels der Wurzelfüllung gestellt zu haben, ist das Verdienst von Gottlieb, Schwarz und Stein, die im Jahre 1928 durch eine Reihe von biologischen Versuchen zu der Feststellung kamen, daß das metallische Silber ausgezeichnete keimtötende Wirkungen ausübe. Es zeigte sich, daß das Silber als Wurzelfüllungsmaterial das umgebende Gewebe nicht schädigte und es außerdem gewissermaßen vor Infektion schützte. Über die Wirkungsweise kamen sie auf den bereits von Nägeli getätigten Schluß von der oligodynamischen Wirkung des Silbers. „Soweit sich die Ursache bisher übersehen läßt, können die günstigen Resultate der mit Silber behandelten Fälle auf die oligodynamische Wirkung dieses Metalles zurückgeführt werden." Der Botaniker von Nägeli beschrieb als erster die keimtötende Eigenschaft einiger Metalle und des Silbers. Er stellte fest, daß durch eine in Wasser befindliche Kupferplatte das Wachstum der Alge Spirogyra gehemmt wurde. Miller stellte fest, daß die Entwicklung der Bakterien durch einige Goldfolien gehemmt wurde. Nach Drebitsch besitzt das Silber gleich manchen anderen Metallen die Eigenschaft, die Entwicklung niederer Organismen zu beeinträchtigen und Fermente und Toxine abzuschwächen. Staphylokokkenkulturen in mit Silberstücken versetzten Agar-Agar zeigten in der Umgebung dieser Silberstücke einen breiten sterilen Hof, wie Credé zeigte. Nach diesem Verfasser zeigen Thalium, Kadmium, Kupfer und Silber gute oligodynamische Wirkung, Gold schwächere, Aluminium gar keine. Schon Nägeli und viele andere denken an die Wirkung kleinster Mengen gelöster Metalle. Behring nimmt an, daß die Lösung der Metalle überhaupt erst unter dem Einfluß der durch die wachsenden Bakterien gebildeten Stoffwechselprodukte zustandekommt. Nach Miller stellt die Erscheinung Sauerstoffkatalyse dar. Einen physikalischen Vorgang, bei dem der Sauerstoff die wirksame Rolle habe, nimmt Sexl an; an eine Art von Emanation denken andere. Daß Wasser, in welchem 12 bis 14 Stunden ein Stück Silber gelegen hatte, auch nach Entfernung des Silbers seine oligodynamische Wirkung behält, ja, daß diese Wirkung sogar auf die Glaswand des Gefäßes übergeht, sodaß nachgefülltes Wasser in diesem Behälter wirksam wird, konnte Sexl, der diesen Vorgang Aktivierung nannte, in angestellten Versuchen zeigen. Daß die

Bakterizidie durch die Eigenschaften des Metalls selbst bedingt ist, wurde von DOERR gezeigt, der feststellte, daß das Silber durch Schmelzen seine keimtötende Wirkung verliert, um sie nach längerem Liegen an der Luft wieder zu erlangen. DOERR führt diese Regenerationen auf die Bildung löslicher Silberverbindungen durch oxydierende Einflüsse der Atmosphäre zurück. H_2O_2 soll die oligodynamische Wirkung besonders steigern. STEIN ist der Nachweis gelungen, daß das Silberpulver eine Streptokokkenkultur binnen 24 Stunden zu sterilisieren vermag. Bei Kulturen von Staphylokokken und Str. viridans gelinge es nicht, mit Silber Sterilität zu erreichen. Weiter stellte STEIN fest, daß das Silber sich bei verschiedenen Bakterien verschieden verhalte und die bakterizide Kraft nicht von Dauer sei. Nach FELDMANN zerstreute er damit endgültig die entstandene Illusion, daß wir im Silber ein Metall hätten, welches die Anwendung der Antiseptika bei der Wurzelfüllung überflüssig mache. DREBITSCH empfiehlt das Silber als Mittel der Wurzelfüllung und erklärt es als geeignet, dem Wurzelkanal als sterilisierende und nicht reizende Substanz eingeführt zu werden. Die günstigste Verwendungsform des Metalls sei in Verbindung mit einer Paste der Silberstift, welcher auf Entfernungen als Sterilisator wirke, die für die Wurzelkanäle gegeben seien. Auf das erkrankte periapikale Gewebe scheine die oligodynamische Wirkung des Stiftes günstigen Einfluß zu haben, wie ja nach den guten Erfahrungen mit Silber bei Behandlung von Wunden und Entzündungen nicht anders zu erwarten sei. FELDMANNS tierexperimentelle Untersuchungen zeigten, daß bei der nach der Methode von GOTTLIEB, SCHWARZ und STEIN vorgenommenen Füllung der Wurzelkanäle das apikale Paradentium die selben Entzündungserscheinungen aufweise, welche wir gewöhnlich bei der Füllung der Kanäle mit antiseptischen Pasten beobachteten, nämlich eine starke Infiltration des apikalen Periodonts mit lymphoiden und plasmatischen Zellen. Würde eine Wunde gesetzt, so seien die Entzündungserscheinungen noch stärker ausgesprochen. Daß die Konstanz der Füllungsmasse nicht sehr groß sei, ergäbe die Tatsache, daß das Zement, das Silber und die Guttaperchastifte im Kanal selbst, als auch außerhalb desselben hinter der Apikalöffnung allmählich resorbiert würden; der Guttaperchastift erweise sich dabei als sehr resistent.

Die FELDMANN'schen Ergebnisse kommen einigermaßen überraschend, denn Tatsache ist, daß in der Chirurgie bei der Wundbehandlung mit Silberfolie gute Erfolge beobachtet wurden. Daß sich das periapikale Gewebe anders verhalten soll, war nicht zu erwarten. SCHRÖDER, der im Tierexperiment Edelmetalle implantierte, beobachtete um den unverändert gebliebenen Metallzapfen eine durch den Knochen gebildete, nicht besonders kräftige, aber völlig abschließende bindegewebige Kapsel. Auch das Periost habe sich damit begnügt, den Fremdkörper bindegewebig zu überziehen. Von Knochenneubildung sei so gut wie nichts wahrzunehmen.

Für die Wurzelfüllung bei Wurzelspitzenresektion läßt sich das Silber in verschiedener Weise verwenden. In Pulverform als Beigabe zu Pasten und Zementen und als Points in Kombination mit Pasten und Zementen. Der Nachteil bei der Verwendung in Pasten liegt in der Resorbierbarkeit

der letzteren. Im Zement, als Pulver oder Stift, wird die oligodynamische Wirkung des eingemauerten Metalles stark beeinträchtigt. Dahingehende Versuche, wie die von KATER, bestätigten die Richtigkeit dieser Annahme.

In unserem Sonderfalle „Wurzelfüllung bei Wurzelspitzenresektion" ist aus naheliegenden und wiederholt angeführten Gründen das Hauptaugenmerk auf exakte Hermetik zu legen. Dieser Forderung kommt ein Füllmaterial, das bakteriendicht der Kanalwandung anliegt und damit den keinem gewebsfreundlichen Antiseptikum auf die Dauer unterliegenden pathogenen Keimen der Dentinkanälchen und hohen Markkanälen den Reinfektionsweg versperrt, am besten entgegen. Die Pasten mit ihrer Inkonstanz konnten diesem Anspruch nicht vollständig genügen, wohl aber Füllmaterialien, die, in plastischem Zustande eingeführt, nach ihrer Erhärtung eine solide, feste, mechanische Ausfüllung der Wurzelkanäle darstellen. Wesentlich ist, daß nach der Erstarrung keine Kontraktion eintritt, die ja den bakteriendichten Abschluß illusorisch machen würde, daß keine Risse entstehen, die den Keimen ebenfalls eine Passage ermöglichen würden und weiter das Material an sich nicht bakteriendurchgängig ist. Da aus behandlungstechnischen Gründen ein ideal dichter Wurzelkanalabschluß nicht zu erzielen ist, wird man der Füllung ein Antiseptikum beigeben wollen und es ergibt sich daraus als weitere Forderung die Möglichkeit der Beimischung eines solchen. MAYRHOFER stellt sich die Wirkung eines bakteriendicht der Kanalwandung anliegenden und zugleich antiseptischen Materials so vor, daß die aus den Dentinkanälchen allmählich bis auf die Oberfläche der Kanalwandung herauswachsenden Streptokokkenkulturen dort auf das Antiseptikum treffen und dadurch im weiteren Wachstum behindert werden. Sie könnten daher auch nicht bis zum Foramen apicale vordringen, sondern würden in den Dentinkanälchen gefangen gehalten, wo sie aber unschädlich seien. Asepsis und Antisepsis des Füllmaterials dürfen in unserem Spezialfall auch mit Rücksicht auf die Wunde keinesfalls vernachlässigt werden. Daß das Wurzelfüllungsmaterial das periapikale Gewebe und insbesondere das sich bildende Granulationsgewebe weder destruieren noch in seiner reparatorischen Tätigkeit stören darf, sei hier nochmals erwähnt. Von den Füllungsmaterialien, die den oben genannten Forderungen gerecht zu werden versuchen, sollen diejenigen beschrieben werden, die in der Praxis eine breitere Anwendung gefunden haben und zum Teil auch noch heute eine starke Anhängerschaft besitzen.

Das Paraffin, das sich als Wurzelfüllungsmaterial einer gewissen Beliebtheit erfreut, ist ein indifferenter Stoff, der aus dem rohen Erdöl durch fraktionierte Destillation gewonnen wird. Es besteht aus Mischungen von Kohlenwasserstoffen der Methanreihe, ist beständig und wird demnach auch nicht ranzig. Es ist unlöslich in Wasser und Alkoholen, löslich in Äther und Chloroform. Das Paraffinum solidum, Zeresin, ist eine weiße feste Masse ohne Geruch. Es schmilzt bei 68—72 Grad.

Nach LUNIATSCHEK sind für unsere Zwecke zwei Stoffe verwendbar, die vom Körper reaktionslos vertragen werden. Es sind dies edle Metalle

und Paraffine. Um dem Paraffin eine antiseptische Wirkung zu verleihen, fügt er dem Paraffin pro ccm vier bis fünf Tropfen Eugenol hinzu, eine Menge, die keine Verfärbung der Zähne befürchten lasse, aber eine genügende antiseptische Wirkung auslöse. Dem Paraffin läßt sich auch Jodoform beimengen. ADOLF MÜLLER, der Jodoformparaffin zu Wurzelfüllungen allgemein nicht verwendet, empfiehlt es gerade für die Wurzelspitzenresektion als gutes, undurchdringliches Wurzelfüllungsmaterial. PRINZ warnt davor, Paraffine, deren Schmelzpunkt unter 45 Grad Celsius liegt, zu verwenden, da sie leicht von dem Gewebe durchwachsen werden und der Absorption oder Zersetzung anheimfallen. Die harten Paraffine aber, die einen Schmelzpunkt von über 55 Grad Celsius haben, seien beständig, verschlössen, wie experimentelle Versuche bewiesen, die Kanäle wasserdicht und unterlägen nicht der Fäulnis. Kunstgerecht verwendet, dränge es in die allerfeinsten Kanalverzweigungen ein und sei für Bakterien nicht durchlässig. Von dem Gewebe werde es, wie auch Versuche von MARCHAND, GERSUNG, MOSKOWICS und STEIN nachwiesen, sehr gut vertragen und zwar trete eine Einkapselung ein, in welcher es dauernd und unverändert bestehen bleibe. Noch härtere Sorten hätten den Nachteil, daß zu ihrer Verflüssigung zu hohe Hitzegrade notwendig seien. Um es für die Röntgenstrahlen undurchdringlich zu machen, setzt PRINZ dem Paraffin Wismuttrioxyd zu. ALBRECHT verneint die Möglichkeit des Eindringens in die feinen Kanäle, da das Paraffin zu schnell erstarre. FRÖHNER wirft dem Paraffin vor, daß es schwer zum dichten Anliegen an die Kanalwände gebracht werden könne; außerdem wüßten wir nicht sicher, ob es nach der Entfernung des Apex, in direkter Berührung mit der Wundhöhle und dem bei der Wundheilung neu entstehendem Gewebe, dauernd im Kanal verbliebe. HEDSTRÖM vermißt beim Paraffin, ebenso wie bei Guttapercha, Harzen, Zinkoxydpasten usw. eine genügende Viscosität und behauptet, daß diese Materialien schrumpften und zwischen Füllung und Kanalwand einen leeren Raum ließen. Nach ADLOFF wäre das Paraffin brauchbar, wenn es gelänge, es in allen Fällen in den Wurzelkanal einzubringen. Es erstarre so schnell, daß es nur mit Schmelznadeln flüssig gehalten werden solle. NEUMANN, der das Paraffin als Wurzelfüllungsmaterial bei der Wurzelspitzenresektion empfiehlt, weist darauf hin, daß die Wurzelkanäle absolut trocken sein müssen, wenn ein Haften an den Kanalwänden erzielt werden soll. Das Material ließe sich mit der elektrisch erhitzten Kupfernadel leicht erwärmen, flüssig machen und in die Kanäle einpumpen. In oberen Zähnen müsse man es dem Patienten bei hängendem Kopfe einführen. Eine scharf ablehnende Einstellung gegen das Paraffin äußert ELANDER, der darauf hinweist, daß alle im geschmolzenen, also erhitzten und wie eine physikalische Überlegung sagt, ausgedehnten Zustande eingeführten Substanzen nach dem Erkalten schrumpften und, da die Adhäsion der Wand nicht stark genug sei um einer Kontraktion entgegen zu wirken, einen Raum zwischen Füllung und Kanalwand entstehen lasse. Bei Verwendung der Wärmenadel käme es außerdem zur Bildung von Luftbläschen und damit zu einer Verschlechterung des Verschlußvermögens der Füllung.

Das Paraffinum liquidum, das sich leichter einführen lasse, zeige bereits nach einem Jahre und früher eine so starke Absorption, daß es als unzweckmäßig anzusprechen sei.

Aus Vorstehendem läßt sich ersehen, daß bei der großen Verschiedenheit der Meinungen eine gewisse Vorsicht am Platze ist und bei der Unzulänglichkeit einer spekulativen Kritik seitens des Verfassers dieser Arbeit ein Mittel gesucht und empfohlen werden muß, das durch eine breitere Front von possitiven autoritären Ansichten gedeckt ist. Wesentlich für das Urteil muß ferner sein, daß die Empfehlung durch experimentelle Untersuchungen biologischer Art gestützt wird, da Erwägungen rein empirischer Natur oder physikalische Überlegungen allein nicht immer genügen. So ist es bei der Wahl des Mittels in unserem besonderen Falle z. B. nötig zu wissen, wie sich das Wurzelfüllungsmaterial unter dem Einflusse der Wundheilungsvorgänge verhält, und die Beantwortung der Frage kann nur durch die exakte biologische Prüfung vermittels des Tierexperiments erfolgen.

Daß das Amalgam eine gewisse Verbreitung als Füllmaterial bei der Wurzelspitzenresektion gefunden hat, ist nicht verwunderlich; ist es doch von allen in weichem Zustande eingeführten Mitteln das einzige, das eine als vollkommen anzusprechende Konstanz besitzt. Durch die plastische Konsistenz bei der Verwendung läßt es sich gut an den Kanalwänden adaptieren und durch die Volumbeständigkeit beim Erstarren wird ein guter bakteriendichter Abschluß erzielt. ELANDER, der an sich das Amalgam in dünn angerührtem Zustand ob seiner Fähigkeit des guten Foramenverschlusses empfiehlt, macht dagegen geltend, daß es dem Stopfer einen beträchtlichen Widerstand leistet, sofern dieser nicht weit kleiner als der Hohlraum ist, in den das Wurzelfüllungsmaterial eindringen soll. Als großer Nachteil sei zu vermerken, daß es nach dem Erstarren nur mit großer Mühe zu entfernen sei. Da wir nun aber nie mit absoluter Sicherheit operieren können, müsse man bei der Verwendung des Amalgams entsprechende Überlegungen anstellen. Als ein weiterer Nachteil muß die Unmöglichkeit der Beigabe eines Antiseptikums betrachtet werden, eine Forderung, die aber gerade bei der schweren Einführbarkeit des Amalgams mit ihrer relativen Unsicherheit, erfüllt werden müßte. Hier ist allerdings zu bemerken, daß die Metalle an sich, wie schon ausgeführt, durch ihre oligodynamische Wirkung eine gewisse Bakterizidie bedingen. Eine besonders gute antiseptische Wirkung läßt sich bei dem Kupferamalgam feststellen. Dies alles gilt nun aber bis zu einem gewissen Grade nur für die Füllung von der Krone aus. Bei der von ADLOFF angegebenen retrograden intraoperativen Füllungsmethode läßt sich dagegen ein guter Füllungszustand im apikalen Teil der Wurzel erzielen. Die möglichen Mißerfolge bei diesem Verfahren sind vorne angeführt. GOLDMANN erhebt gegen das Amalgam den Vorwurf der möglichen Formveränderung; tritt Ausdehnung ein, so bestünde die Gefahr einer Reizung mechanischer Art; tritt Kontraktion ein, so wäre unter Umständen der Abschluß nicht mehr genau und eine Einwanderung von Keimen könnte vor sich gehen. Wichtig ist die Frage, wie sich der Amalgamverschluß der Resektionswunde gegen-

über verhält und wie die reparatorischen Vorgänge verlaufen. EULER, der diese Frage vermittels des Tierexperiments einer biologischen Prüfung unterzog, wobei er den Wurzelkanal mit Goldamalgam von der Wunde her abschloß, kam zu folgenden Ergebnissen: Bei einem an sich mißlungenen Versuch mit Fistelbildung ließ sich feststellen, daß der Amalgamverschluß effektiv ein hermetischer gewesen ist, denn bei unberührt gebliebener Pulpa ließen sich keine Bakterien feststellen, während in dem unterhalb des Amalgams sich gebildeten Abszesse massenhaft solche nachzuweisen waren. Bei dem gelungenen Versuche mit glatter Heilung war unmittelbar unter dem Amalgam entlang der Resektionsfläche ein steriler Abszeß von geringer Tiefenausdehnung festzustellen, der eine gute Abkapselung zeigte. Die darunter liegenden Partien wiesen ein vollständig organisiertes, an Fasern sehr reiches Bindegewebe auf. Überall trete Tendenz zur Verkalkung und Knochenneubildung zutage. Resorptionserscheinungen seien gering und durch die Abszeßbildung fehle Zementapposition. Dem Granulationsgewebe gegenüber verhielt sich Amalgam als das konstanteste und verhältnismäßig wenig nachteilige Wurzelfüllungsmaterial der Versuchsreihe, der Guttaperche, Zement, Jodoformpaste und Amalgam zugrunde lagen.

Ebenfalls ein viel verwandtes Füllmaterial ist das Guttapercha, das aber heute vorwiegend als Point in Kombination mit einer Paste oder einem erstarrenden Mittel Anwendung findet. Hier seien gleich ein paar Worte über die Verwendung von Points in genannter Form angeführt. Für sich allein verwendet, kann der Stift selbst bei genauester Einpassung in den Wurzelkanal natürlich auch nicht annähernd der Forderung exakter Hermetik genügen. Er dürfte in dieser Form auch kaum noch Anhänger besitzen. In Kombination dagegen kann er ein plastisch eingeführtes Füllungsmaterial, das an sich kaum das Kanalvolumen vollständig ausfüllen könnte, so innig an die Kanalwandung pressen und durch die konische Form apikalwärts treiben, daß dem angestrebten Ziel praktisch ausreichend genügt wird. GOLDMANN erhebt mit anderen gegen die Guttapercha den Vorwurf, daß sie bei ständiger Berührung mit Feuchtigkeit, namentlich in Körperwärme, quillt. In unserem Falle würde sie also aus der Resektionsstelle herausquellen. Nach ADLOFF ist mit Guttapercha, selbst in gelöstem Zustande, eine einwandfreie Wurzelfüllung nicht zu erzielen, auch besitze es keine antiseptische Wirkung, bilde keinen festen Anschluß an die Kanalwände und lasse sich schwer entfernen. Gegen die Verwendung von Chloropercha wendet sich MAYRHOFER sehr energisch, da sie hinsichtlich der Vermeidung von Spalträumen ganz unverläßlich sei. Die Chloropercha schrumpfe nach Verdunstung des Chloroforms zu einem unansehnlichen Häufchen zusammen, welches zur Ausfüllung der Spalträume ganz ungeeignet sei und den angestrebten Zweck in keiner Weise erfülle. PREISWERK spricht sich für diese Methode des Füllens mit Chloropercha und Guttaperchapoints aus, da sie den Vorteil der Reizlosigkeit habe. Bei Guttaperchafüllungen besteht auch bis zu einem gewissen Grade die Gefahr, daß das Material, welches organischer Natur ist, in Zersetzung übergeht. HATTYASY will bewiesen haben, daß es durchlässig für Gewebsflüssigkeit sei.

Nach Euler ist bis zu einem gewissen Grade mangelhafte Knochenneubildung in der Resektionshöhle bei Guttaperchaabschluß zu befürchten.

Da die Replantation, soweit sie ihre Ursache in einer periapikalen Veränderung hat, ebenfalls eine, wenn auch extraorale, Resektion verlangt, sei die Wurzelfüllung in diesem besonderen Falle hier mit behandelt.

Der replantierte Zahn wird in vielen Fällen in seinem Wurzelteil Resorptionsvorgängen unterworfen sein, die zum Verlust mehr oder weniger großer Teile führen können. Hierbei wird es nicht gleichgültig sein, wie sich die Wurzelfüllung verhält. Wurde Guttapercha verwendet, so konnte beobachtet werden, daß dieses Material bei Resorption der Wurzel zurückblieb und mit dem Granulationsgewebe in Auseinandersetzung trat. Elfenbein, das später noch zu besprechen sein wird, hielt mit diesen Auflösungsvorgängen Schritt.

Wir haben oben gesehen, daß den an ein Wurzelfüllungsmaterial zu stellenden Forderungen nur dann Genüge getan wird, wenn sich bakteriendichter Abschluß mit antiseptischer Dauerwirkung verbindet. Weder Pasten, noch die bisher behandelten dichten Abschlußmittel können in dieser Hinsicht restlos genügen. Wie steht es nun mit den Zementen, die, wenigstens als Mittel der Wurzelspitzenresektion, breite Anhängerschaft besitzen. Nach Cohn ist allein das Zement als Wurzelfüllungsmaterial im Stande, den möglichst aseptischen Wurzelkanal aseptisch zu erhalten und selbst bei Verlust der Kronenfüllung resp. neuer Caries, die bis zum Cavum pulpae vordringt, das periapikale Gewebe gegen eine Infektion schützen zu können. Schlemmer weist darauf hin, daß das Zement in hohem Grade die Eigenschaft besitze, alle noch im Wurzelkanal vorhandenen korpuskulären Elemente wie Bakterien und Gewebs- oder Detritusreste einzuhüllen und an Ort und Stelle zu fixieren. Durch nachträgliche Einführung eines Guttaperchapoints ließe sich das Material solide an die Kanalwände füllen. Um dem Zement die Möglichkeit leichter Entfernbarkeit zu geben, müsse man ihn dünn anrühren oder ein Antiseptikum beigeben. Eine Zementmischung für Wurzelkanäle solle 5—10 Minuten flüssig sein, um drei Kanäle füllen und noch im flüssigen Zustande Stifte einbringen zu können.

Die Tatsache, daß durch die Einführung eines Antiseptikums zum Zement der Forderung nach leichter Entfernbarkeit annähernd genügt wird, ist als angenehmer Umstand zu notieren. Als antiseptische Zusätze werden Jodoform, Vioform, Thymol, animalische Kohle, Silber- und Kupferpulver usw. empfohlen. Die Frage nach der Gewebsfreundlichkeit des Zements wird von Feldmann dahin beantwortet, daß es nicht die reizenden, ätzenden und nekrotisierenden Bestandteile der verschiedenen Pasten besitze; auch können die im Zement vorhandenen Säuren, da sie im hart gewordenen Zement in gebundenem Zustande enthalten seien, keinerlei schädigende Wirkung ausüben. Das Zement besitze augenscheinlich keinerlei Reizwirkung auf das Periodont und häufig sei ein Verschluß der apikalen Öffnung — entstanden durch Resorption des Zementes — mit Osteozement zu beobachten. Diesen Schlüssen, aus Beobachtung unresizierter Zähne gezogen, stehen die Urteile gegenüber, zu denen Euler, ebenfalls

auf Grund tierexperimenteller, jedoch mit resizierten Zähnen vorgenommenen Untersuchungen, gekommen ist. Nach diesem haben möglicherweise in den ersten Tagen nach der Resektion unmittelbare Schädigungen „— ob durch Phosphor oder Säure, sei hingestellt —" vorgelegen. Er schließt dies aus einer unvollständigen Organisierung des Granulationsgewebes, die er auf eine Wechselwirkung zwischen Zement und Gewebe zurückführt. Eine ungünstige Reizwirkung auf das Granulationsgewebe werde aber sicher durch den ständigen Abbau des Zementes in nicht gelöster Form ausgeübt. Es zeige sich nämlich, „daß von einer Konstanz des Zementes keine Rede sein kann, vielmehr ein ständiger Abbau stattfindet". Unterhalb des Füllmaterials zeigen sich im histologischen Präparat nekrotisches Zellmaterial und feine Zementpartikelchen, denen sich eine breite zellreiche Zone mit spärlichen Bindegewebszügen und massenhaft Lymphozyten, mono- und polynukleären Leukozyten und vor allem mächtige, mit kleinsten Zementpartikelchen dicht beladenen Phagozyten, anschließt. Im ganzen sei der Weichteilraum gegenüber dem ursprünglichen Umfang der Knochenwunde etwas verkleinert und von allen Seiten her rücke die Knochenneubildung gegen die Resektionsfläche vor. Die Zementanlagerung an den Wurzelstumpf sei außerordentlich gering. Als Fazit für die Zementversuche zieht EULER: „Einerseits starke Inkonstanz des Materials, andererseits ausgesprochene Verzögerung der Knochenneubildung."

Ziehe ich nun das Resumé aus den angestellten Betrachtungen, so läßt sich mit Sicherheit nur sagen, daß keines der besprochenen Wurzelfüllungsmaterialien unbeanstandet bleibt und nach jeder Seite als vollkommen anzusprechen ist. Gerade in dem besonderen Falle der Resektion müßten wir ein Mittel besitzen, das bei größter Gewebsfreundlichkeit den An- und Abbauvorgängen an der Resektionsstelle folgt. Daß die Pasten dieser Forderung nicht genügen, haben sie durch ihre starke Inkonstanz bewiesen, während die festen Füllungsmaterialien entweder ebenfalls stärkerer Resorption unterliegen oder mit unerwünschter Fremdkörperwirkung nach erfolgten einseitigen Abbauvorgängen an der Zahnwurzel dem Granulationsgewebe gegenüber stehen. Daß die Erfolge der Resektion bei Verwendung dieser Materialien gute sind, spricht für die günstigen Wundheilungsbedingungen im Kiefer, soll uns aber nicht abhalten, nach dem besseren Mittel zu suchen. Da wir bei der Resektion das Wurzelfüllungsmaterial in breiter Fläche mit dem Wundgewebe in dauernde Auseinandersetzung stellen, haben wir es an sich mit einer Implantation zu tun und tuen gut, uns Ansicht und Erfahrung dieser Lehre zunutze zu machen, um vielleicht hier den Stoff größter Gewebsähnlichkeit zu finden.

Es dürfte hier die Stelle sein, auf die postoperativen Vorgänge einzugehen, die sich in der Wundhöhle abspielen. Nach BAUER überwuchert neu gebildetes Knochenzement, an der Seite beginnend, den Wurzelquerschnitt. Eine Verschmelzung zwischen Knochen und Dentin gebe es nicht, das Knochenzement liege überall wie angegossen an. Die Verbindung zwischen diesem und Originalzement sei eine vollkommene. Dieses Knochenzement sei ein Produkt der knochenbildenden Zellen des Periosts

bezw. Endosts und des fibrösen Markgewebes, ausgelöst durch den Reiz des Amputationsstumpfes. Die Knochenneubildung umschließe einerseits den Wurzelstumpf, andererseits lagere sie sich dem Alveolarknochen an, verwachse und bilde so eine fixe Brücke zwischen Zahn- und Knochenfach. Diese knöcherne Ankylose löse sich wieder, die knöcherne Verbindung zwischen Zahnstumpf und Alveole gehe verloren und ein von einer fast gleichmäßig breiten Knochenzementschicht bedeckter Wurzelstumpf bilde den Abschluß des Heilungsprozesses. „Dieser Wurzelstumpf ist durch die Bindegewebsschicht, die sich aller Voraussicht nach langsam zu einem normalen Periodont differenziert, von der Alveole getrennt. Die Natur ist bemüht, soweit es eben möglich ist, einen »Status quo ante« zu schaffen, der den Funktionsbedürfnissen am besten entspricht. Zug und Druck weisen für den An- und Abbau des Knochens den Weg. Die knöcherne Ankylose nach Wurzelspitzenamputation geht unter Einfluß des funktionellen Reizes verloren." BAUER beobachtete an den Wurzelstümpfen eine im allgemeinen geringe Resorption. Nur dort werde die Resorption bedeutend sein, wo periostfreie Teile des Wurzelstumpfes in die Wundhöhle ragen, oder wo eine Infektion hinzutrete, kurz da, wo eine Kallusbildung verzögert und unmöglich gemacht werde. Dies trete auch dann ein, wenn Mundepithelien in das Wundbett verschleppt würden und dieses Epithel den Wurzelstumpf überziehe. Daß dieser Fall garnicht selten eintritt, konnte auch EULER bei seinen Untersuchungen feststellen. BAUER: „Ab- und Anbau sind die Antwort, welche das Periost bezw. Endost unter Einbeziehung des bindegewebigen Markgewebes auf den durch die Operation gesetzten Reiz gibt und die Qualität dieses Reizes, verbunden mit der des funktionellen Reizes ist bestimmend für den Umfang der Resorption und Apposition."

Aus diesen Befunden und Schlußfolgerungen, denen ich hier die obenangeführten Ergebnisse EULERS hinzufügen möchte, ergibt sich deutlich, daß es nicht gleichgültig sein kann, welches Verschlußmaterial ich bei der Resektion verwende und es müssen sich für die Praxis entsprechende Schlüsse ergeben. Dem Wurzeldentin, das nach Extirpation der Pulpa totes Gewebe darstellt, wird, wie BAUER aufzeigte, neugebildetes Knochenzement angelagert. Für uns ist der Streit, ob nun wirklich eine Anlagerung, wie neben BAUER auch EBNER behauptet, oder ob eine innige Verwachsung zwischen Dentin und Knochen, wie MEYER und EULER beobachtet haben wollen, stattfindet, deshalb gleichgültig, weil in beiden Fällen ein günstiger Zustand hergestellt wird. Wichtig ist nur, daß das tote Dentin vom Körper ebenbürtig angenommen wird, denn auch bei der Anlagerung wird ein entwicklungsgeschichtlich normaler Vorgang getätigt, da ja Zahnbein und Zement bei der Zahnbildung unabhängig voneinander entstehen und letzteres sekundär dem ersteren, als dem früher gebildeten, aufgelagert wird. Im Elfenbein haben wir nun ein Material, das histologisch etwa dem Zahnbein entspricht. Therapeutische Anwendung fand das Elfenbein schon 1846, wo DIEFFENBACH die Eintreibung von

Elfenbein in die Knochenenden zur Heilung von Pseudathrosen empfohlen hatte.

Nach EHRICKE tritt bei Implantation von Elfenbeinstiften in Weichteile Resorption unter Bildung von Granulationen mit Riesenzellen ein. Ist das Elfenbein dagegen auf allen Seiten fest von Knochen umgeben, so können die Resorptionen ausbleiben. In diesem Fall trete eine Durchwucherung des Elfenbeins mit neu gebildeten Knochen ein, durch welche eine innige, geradezu untrennbare Verbindung eintrete. Die experimentellen Untersuchungen stimmten aber nicht vollständig überein, wohl auf Grund der Verschiedenheit mechanischer Momente. Auch BIDDER schildert die feste Verbindung der Stifte mit dem Knochen, ein Befund, dem sich RIEDINGER anschließt. Nach diesem dringen Gefäß- und Markzellen in das Elfenbein ein unter Bildung von Markräumen, die mit neu gebildetem Knochen umsäumt waren. Wie OCHOTIN angibt, tritt zunächst Resorption des Elfenbeins ein, woran sich die Ausfüllung der Lücken durch neu gebildeten Knochen unmittelbar anschließe. Hierbei seien Osteoplasten und Riesenzellen die wichtigsten Faktoren. Nach EHRICKE geht der Einheilungsprozeß so vor sich, „daß zunächst Resorptionserscheinungen in den Vordergrund treten und dann die Substanz des Elfenbeins allmählich durch den eindringenden Knochen ersetzt wird und dabei fest mit diesem verwächst. Mit den Gefäßen dringen die Osteoplasten in das Elfenbein und bilden die junge Knochensubstanz". Das Elfenbein werde von den Knochen als artverwandtes Material gewissermaßen ebenbürtig aufgenommen. Der neu gebildete Knochen schmiege sich dem Implantant fest und innig an und der durch Resorptionserscheinungen an der Peripherie entstandene Verlust von Elfenbein werde von neu gebildetem Knochen ausgeglichen. Es trete eine untrennbare Verbindung beider Körper ein. Auch SCHRÖDER nahm experimentelle Implantationen vor und konnte feststellen, daß Edelmetalle, die an sich unverändert blieben, durch eine vom Knochen und Periost gebildete nicht besonders kräftige, bindegewebige Kapsel vollständig abgeschlossen wurden. Eine Knochenneubildung war nicht wahrzunehmen. Ganz ähnlich verhielt sich das Porzellan. Das implantierte Elfenbein dagegen sei vom Knochen sozusagen als ebenbürtig in sich aufgenommen worden. SCHRÖDER kommt dann zu denselben Ergebnissen wie EHRICKE. Die Resorption des Elfenbeins erfolge sehr langsam, immer halte sie Schritt mit der Organisation. Im Gegensatz dazu scheinen die nicht resorbierbaren und dem Knochen fremdartigen Substanzen die Lebensenergien der angrenzenden Knochenpartien herabzusetzen. Hier komme es günstigenfalls zu einer bindegewebigen Umkleidung der Fremdkörper, die keine Neigung zur Verknöcherung habe.

Daß dieses Verhalten des Elfenbeins biologischen Prozessen gegenüber zu seiner Verwendung als Mittel der Wurzelbehandlung anregte, ist verständlich. Für die chirurgische Wurzelbehandlung dürfte es besondere Eignung besitzen aus Gründen der Forderung störungsloser Auseinandersetzung zwischen Wurzelfüllung und reparatorischer Leistung, die im Verlauf dieser Arbeit vielfach an ein Füllungsmaterial gestellt wurde.

Ich will nun abschließend in Abwägung der Vorzüge und Mängel der einzelnen angeführten Füllungsmittel die Wurzelfüllung angeben, die ich als die dem Ideal am nächsten kommend ansehe. Daß ich hierbei in ganz großen Zügen vorgehen darf, begründe ich mit der eingehenden Würdigung an gegebener Stelle. Da ich die MAYRHOFER'sche These von der Reinfektion nicht als widerlegt betrachte, möchte ich für die Wurzelspitzenresektion pastenförmige Füllungsmaterialien wegen ihrer Inkonstanz nicht als ausreichend sichernd empfehlen. Von den festen Mitteln hat sich das Elfenbein als das gewebsfreundlichste bewiesen. Als Point, in dieser Form findet es Anwendung, kann es natürlich der Forderung nach exakter Hermetik nicht genügen und benötigt ein Medium als Verbindung zwischen Stift und Kanalwand. Das Zement eignet sich hierzu am besten, da es beim Erhärten nicht kontrahiert, unter dem Einfluß des Wundsekretes und der Körperwärme nicht quillt, sich nicht zersetzt und die gute Eigenschaft besitzt, sich mit antiseptischen Medikamenten zu mischen. Diese wesentlichen Vorzüge sind es aber, deren Fehlen die anderen, viel gebrauchten Mittel als mangelhaft erscheinen läßt. Unter Zugrundelegung der EULER'schen Beobachtung, die eine gewisse Inkonstanz und Reizwirkung des Zementes feststellte, möchte ich empfehlen, den Elfenbeinstift so zu wählen, bezw. den Kanal zu präparieren, daß an der Resektionsfläche der mit Zement gefüllte Zwischenraum zwischen Point und Kanalwand möglichst klein wird. Um die Sicherheit zu erhöhen — nach PETER ist „die mit dem operativen Eingriff beendete Behandlungsphase die Ultimo ratio, der letzte Erhaltungsversuch" — und um den mit anderen Mitteln schwer zu beeinflussenden Gefahren, die von den mit dem Periodontium in Verbindung stehenden hohen Markkanälen ausgehen, beizukommen, ist die RICKERT'sche Modifikation des HOWE'schen Verfahrens zusätzlich zu empfehlen.

Bei exakter Vorbehandlung und peinlichst gewissenhafter Wurzelfüllung können wir damit rechnen, den resizierten Zahn — richtige Indikationsstellung vorausgesetzt — mit an Gewißheit grenzender Wahrscheinlichkeit funktionstüchtig dem Zahnreihensystem zurückgewonnen zu haben. Die Wurzelspitzenresektion ist im Hinblick auf ihre Erfolge als einer der dankbarsten Eingriffe der Zahnheilkunde zu bezeichnen, aber Grad der Vollkommenheit und Prognose sind abhängig von der Güte der Wurzelfüllung. Einen Beitrag zu diesem unerschöpften Thema zu versuchen, war Sinn dieser Arbeit.

Literatur-Verzeichnis.

Adloff: Zur Trikresol-Formalin-Behandlung. D. Z. W. 1907, S. 911.

Adloff: Einige Bemerkungen über unsere Methode der Wurzelfüllung. D. M. f. Z. 1916, S. 470.

Albrecht: Feste oder flüssige Wurzelfüllung? D. M. f. Z. 1913, S. 518.

Bauer, W.: Histologische Befunde an Zähnen nach Wurzelspitzenamputation. Z. f. St. 1922, S. 601.

Bauer: Mikroskopische Befunde an Zähnen und Paradentien nach experimenteller Wurzelspitzenamputation unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung funktioneller Auswirkung. Z. f. St. 1925, S. 122.

Baumgartner: Wurzelbehandlung und Wurzelfüllung. Oe. U. V. f. Z. 1909.

Blessing: Untersuchungen über den antibakteriellen Wert einiger bei der Therapie der Pulpagangrän gebräuchlichen Mittel. D. M. f. Z. 1914.

Brasch Hugo: Einige Bemerkungen zur Desinfektion der Wurzelkanäle. Z. f. S. 1924, S. 798.

Brubacher: Über Wurzelfüllungen mit Zement. D. M. f. Z. 1923, S. 257.

Credé: Lösliches Silber als inneres Antiseptikum. Berliner klinische Wochenschrift 1901, Nr. 37.

Doerr: Die bakterizide Wirkung des Silbers. Dissertation, Berlin 1924.

Ehricke: Die Odontoplastik im Lichte der Plantationslehre. Berlin, Meußer.

Elander: Das Problem des Wurzelfüllens. D. M. f. Z. 1914, H. 7.

Euler: Mißerfolge in der chirurgischen Wurzelbehandlung. D. M. f. Z. 1910, H. 5.

Euler: Experimentelle Studien über den Heilverlauf nach Wurzelspitzenresektion und über den Einfluß verschiedener Wurzelfüllungsmaterialien auf den Heilverlauf. D. M. f. Z. 1923, H. 11.

Faulhaber und Neumann: Die chirurgische Behandlung der Wurzelhauterkrankungen. Berlin, Meußer, 1912.

Faulhaber: Wurzelbehandlung mit Zement. D. Z. Z. 1920, S. 172.

Feiler: Wurzelfüllungsmethode. Fortschritte der Zahnheilkunde 1925, S. 584.

Feldmann: Die apikale Paradentitis im Lichte des Experiments. Berlin, Meußer, 1931.

Fischer: Die chirurgische Wurzelbehandlung. Maxillotomie und Wurzelresektion. D. M. f. Z., S. 419, 1906.

Frey: Weitere Mitteilungen zur Schleimhautaufklappung. (Mit besonderer Berücksichtigung des Zeitpunktes der Wurzelfüllung.) Oe. Z. f. St. 1911.

Fröhner: Wurzelfüllung bei Wurzelspitzenresektion. Schw. M. f. Z. 1924, S. 208.

Goldmann: Wurzelfüllung. Wurzelspitzenresektion. Z. R. 1920, Nr. 8.

Gottlieb B., Schwarz A. M., Stein G.: Das Problem der Wurzelbehandlung. 1. Mitteilungen. Versuch einer biologischen Kontrolle von Wurzelbehandlungsmethoden. Z. f. St. 1928, H. 12.

Hatyasy: Über den Wert der Wurzelfüllungsmaterialien. Oe. U. V. f. Z. 1899, H. 2.

HÄUPL: Über die Wurzelspitzenresektion mit besonderer Beachtung der Frage der Wurzelfüllung und Operationstechnik. Fortschr. d. Zahnhk., Lit. arch. 1933, 235.
HEDSTRÖM: Die Bedeutung einer vollständigen Trockenlegung und absolut wasserdichten Ausfüllung für eine erfolgreiche Pulpakanalbehandlung. Cor. bl. f. Zahnärzte 1932, S. 1.
HEINZE: Über die Howe'sche Silberreduktionsmethode und ihre Modifikation nebst experimentellen Untersuchungen. D. M. f. Z. 1924, H. 12.
KATER: Bakteriologische und chemisch-physikalische Untersuchungen über die Wirkung der Edelmetallwurzelspitze nach Dr. Oppenheim usw. D. Z. W. 1933, Nr. 52.
KESSLER: Zur Frage des Durchlässigkeitsvermögens der harten Zahnsubstanzen.
KUNERT: Über Wurzelresektion. D. M. f. St. 1905, S. 363.
KURODA: Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1926, H. 4.
LICHTWITZ: Der Wert unserer Wurzelfüllungssubstanzen. D. M. f. Z. 1921, H. 5.
LUNIATSCHECK: Inwiefern leistet Paraffin als Wurzelfüllungsmaterial mehr als die bisherigen Mittel? D. M. f. Z. 1905, S. 25.
MAYRHOFER: Zur Wurzelspitzenresektion. D. Z. W. 1905, S. 86.
MAYRHOFER: Prinzipien einer rationellen Therapie der Pulpagangrän und ihrer häufigsten Folgezustände. Jena 1909. Fischer.
MAYRHOFER: Die Frage der Wurzelfüllung bei der Wurzelspitzenresektion. Z. R. 1913, Nr. 18.
MILLER: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde. Leipzig 1890. 4. Auflage. Thieme.
MEYER W.: Ein Beitrag zur traumatischen Schädigung von Zahnkeimen. D. Z. f. Z. 1924, S. 497.
MÜLLER ADOLF: Wie sollen Wurzelkanäle gefüllt werden? Oe. Z. f. St. 1913, S. 136.
MÜLLER OSKAR: Wurzelfüllungsmethoden. Fortschritte der Zahnheilk. 1929, S. 444.
MÜNCH J.: Untersuchungen über die bakterizide Wirkung einiger in der Zahnheilkunde gebräuchlichen Antiseptika. D. Z. W. 1926, S. 33.
NEUMANN: Die chirurgische Wurzelbehandlung. D. Z. Z. 1920, S. 171.
PARTSCH: Über Wurzelresektionen. D. M. f. Z. 1899, S. 348.
PARTSCH: Die chronische Wurzelhautentzündung. Schw. V. f. Z. Zürich 1908, Nr. 4.
PETER: Die Wurzelspitzenresektion der Molaren. Leipzig, Meußer 1936.
PICHLER: Zur Frage der Wurzelspitzenresektion. Z. f. St. 1921, S. 17.
PRINZ: Das Füllen der Wurzelkanäle mit einem neuen Paraffinpräparat. Oe. Z. f. St. 1913, S. 137.
PICHLER: Zur Wurzelfüllung vom Apex her. Z. f. St. 1925, S. 936.
REBEL: Aktive Wurzelhautbehandlung. D. W. Z. 1923.
RIHA: Die Wurzelspitzenresektion als Palliativoperation. Z. f. St. 1923, S. 518.
SCHLEMMER: Über die Wurzelbehandlung. Z. f. St. 1927, S. 941.
SCHRÖDER: Eine neue Knochenplombe. Correspondenzblatt für Zahnärzte 1914, H. 1.
SCHRÖDER: Wurzelbehandlung und Wurzelfüllung mit Elfenbeinstift. D. Z. Z. 1920, S. 172.
SCHRÖDER: Die Behandlung pulpakranker Zähne. V. f. Z. 1924, Nr. 12.
SEXL.: Die oligodynamische Wirkung der Metalle und Metallsalze. Dissertation, Wien 1924.
SOMMER: Die kombinierte Wurzelfüllung. Z. R. 1924, Nr. 5/6.
STÄRKE: Wurzelbehandlung und Wurzelfüllung mit Guttapercha und medikamentösen Pasten. D. Z. Z. 1920, S. 171.

STEIN: Untersuchungen über die oligodynamische Wirkung des Silbers usw. Z. Stom. 1930, H. L.
STEINER B.: Zur Technik der Wurzelspitzenresektion. Z. f. St. 1925, S. 888.
TREBITSCH: Über oligodynamische Silberwirkung. Mschr. f. St. 1929, S. 1090.
TÜRKHEIM: Über die oligodynamische Wirkung einiger Metalle. D. M. f. Z. 1929, H. 1.
WALKHOFF: Mein System der medikamentösen Behandlung schwerer Erkrankungen der Zahnpulpa und des Paradentiums. Berlin, Meußer 1928.
WEINLÄNDER: Zur Technik der Wurzelspitzenresektion. Z. f. St. 1925, S. 938.
WEHLAU: Zur Frage der Wurzelspitzenresektion an den Molaren. Z. f. St. 1921.
WEINMANN: Desinfektionskraft unserer Antiseptika. Z. f. St. 1925, S. 443.
WILLIGER: Zahnärztliche Chirurgie. Leipzig 1927. Klinkhardt.
WOLF: Wurzelspitzenresektion. In: Handbuch der Zahnheilkunde von Scheff. 4. Auflage, 5. Band.
WUSTROW: Zur Kritik der Wurzelbehandlung, unter besonderer Berücksichtigung der von Adolff angegebenen Thymolsubstanzfüllung. D. M. f. Z. 1916.

Nicht verfehlen möchte ich, am Schlusse dieser Arbeit Herrn Oberarzt Dozent Dr. Dr. PETER für die freundliche Überlassung des Themas meinen Dank auszusprechen.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, außer den angeführten Quellen keine Hilfsmittel bei der Abfassung dieser Arbeit benutzt zu haben.

Lebenslauf.

Ich, *Karl Lohse*, wurde am 4. Februar 1905 zu Bunzlau als Sohn der Steinmetzeheleute *Max* und *Selma Lohse* geboren. Nach Besuch der Volksschule erlernte ich das Schlosserhandwerk. Nach mehrjähriger Berufsausübung bereitete ich mich in den Jahren 1931 und 1932 privat auf die Reifeprüfung der Oberrealschule vor, der ich mich im März 1933 mit Erfolg unterzog. Nach drei Semestern zahnmedizinischen Studiums legte ich das Physikum an der Universität Würzburg ab, und bestand daselbst im Herbst 1936 das zahnärztliche Examen.